

**DISEÑO HIDRAULICO DEL DISTRITO DE RIEGO LA MAICA, CAPARROSA Y  
SAN CIRO, MUNICIPIO DE OPORAPA - DEPARTAMENTO DEL HUILA**

**HERIS BLADIMIR GARCIA CRUZ  
COD: 2004101257  
KAROL LORENA MENDEZ CASTRO  
COD: 2004200481**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRÍCOLA  
NEIVA - HUILA  
2010**

**DISEÑO HIDRAULICO DEL DISTRITO DE RIEGO LA MAICA, CAPARROSA Y  
SAN CIRO, MUNICIPIO DE OPORAPA - DEPARTAMENTO DEL HUILA**

**HERIS BLADIMIR GARCIA CRUZ  
COD: 2004101257  
KAROL LORENA MENDEZ CASTRO  
COD: 2004200481**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Ingenieros Agrícolas

Director  
**MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO**  
Ing. Agrícola – Esp. En Ing. de Irrigación

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRÍCOLA  
NEIVA - HUILA  
2010**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

Jurado

---

Jurado

---

Director

Neiva, Septiembre de 2010

## **DEDICATORIA**

### **HERIS BLADIMIR GARCIA CRUZ**

Dedico este proyecto: A Dios por ser la luz y guía en mi vida. A la memoria de mi abuelito Nemesio por su eterno amor y sabiduría. A mis padres Héctor García y Teresa Cruz por su formidable amor, apoyo y sabiduría. Y que con gran esfuerzo y paciencia ven culminado un nuevo logro en mi vida. A mi hijo Santiago símbolo de amor y ternura. A Karol Lorena Méndez por ser mi esposa, su amor, compañía y paciencia. A mis hermanas Mallerly y Angélica por su apoyo y confianza constante. A mis amigos y profesores dedico esto como el resultado final de muchos esfuerzos a lo largo del amplio camino de la carrera de ser profesional.

### **KAROL LORENA MÉNDEZ CASTRO**

Dedico este trabajo a Dios por iluminar mi sendero , a mis padres Milton Méndez y Nidia Castro por que con su amor y confianza han logrado ser un apoyo absoluto en cada una de las etapas de mi vida; a mis hermanos Milton, Alejandro, Felipe, Natalia y Valentina por ser la principal motivación para dar lo mejor de mí cada día; a mi esposo Bladimir por ser mi confidente y colaborador en mi formación como profesional, a mi hijo Santiago por ser el motor y la inspiración de mi vida, mi mayor tesoro. A mi prima Leidy quien me enseñó a dar la pelea hasta el último instante y a amar la vida con intensidad. A mis maestros de la universidad por compartirme su conocimiento. A Angelica Garcia, Gabriela, Jorge, Anderson, y Cristian por su amistad y por ser partícipes de este logro.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos:

A Miguel Germán Cifuentes Perdomo, Ingeniero Agrícola, Especialista en Ingeniería de Irrigación, profesor de la Universidad Surcolombiana y Director del Proyecto, por sus sabios consejos y valiosas orientaciones.

A Hilda Jazmín Rodríguez Calderón, Ingeniera Agrícola, Especialista en Ingeniería Ambiental, por su confianza y su ayuda indispensable en el transcurso del proyecto.

A Gilberto Álvarez Linares, Topógrafo, profesor de la Universidad Surcolombiana, por su paciencia y colaboración.

A Jaime Izquierdo Bautista, Ingeniero Agrícola, profesor de la Universidad Surcolombiana, por su confianza y colaboración.

A Efrén Mosquera Villarreal, Técnico profesional del Laboratorio de Construcciones de la Universidad Surcolombiana, por sus enseñanzas y consejos que son útiles para nuestro desarrollo profesional.

A Gladys Quino, secretaria del Programa Agrícola, por su valiosa ayuda y cooperación.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

# CONTENIDO

	Pág.
<b>RESUMEN .....</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>1. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Distrito de Riego.....</b>	<b>16</b>
1.1.1 Definición .....	16
1.1.2 Clasificación de Acuerdo a Su Tamaño .....	16
<b>1.2 Componentes .....</b>	<b>16</b>
1.2.1 Obras de Captación.....	16
1.2.1.1 Tipos de obras de captación.....	16
1.2.2 Línea de Aducción .....	18
1.2.3 Desarenadores .....	18
1.2.4 Conducción.....	19
1.2.5 Redes de distribución .....	19
1.2.5.1 Tipos de redes .....	20
1.2.6 Adecuación predial .....	20
1.2.6.1 Definición .....	20
1.2.7 Riego por aspersión.....	20
1.2.7.1 Definición y componentes de un sistema de riego por aspersión .....	20
1.2.7.2 Ventajas e inconvenientes del riego por aspersión .....	21
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1 Localización del proyecto.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2 Desarrollo del proyecto .....</b>	<b>23</b>
2.2.1 Recolección de información. ....	23
2.2.2 Trabajo de campo.....	23
2.2.3 Trabajo de oficina. ....	23
2.2.3.1 Aspectos Técnicos.....	24
2.2.3.2 Diseño Hidraulico.....	25
2.2.3.3 Diseño de obras Hidráulicas.....	25
2.2.3.4 Diseño Sistema de Riego Intrapredial .....	26
2.2.3.5 Manual de operaciones.....	26
2.2.3.6 Presupuesto.....	26
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Aspectos Técnicos.....</b>	<b>27</b>
3.1.1 Demandas de agua .....	27
3.1.2 Hidrología .....	29
3.1.3 Sedimentología.....	30
3.1.4 Calidad del agua.....	31
3.1.5 Agrología .....	32
3.1.6 Topografía.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.6.1 Cartografía y planos.....	38
<b>3.2 Diseño Hidráulico.....</b>	<b>38</b>
3.2.1 Diseño Hidráulico Conducción y Distribución.....	38

<b>3.3</b>	<b>Diseño De Las Obras .....</b>	<b>39</b>
3.3.1	Obras de Captación, Conducción y Distribución .....	39
3.3.1.1	Captación de Fondo.....	39
3.3.1.2	Desarenadores .....	53
3.3.1.3	Anclajes para Tubería en Cambios de Dirección: .....	74
3.3.1.4	Encofrados para protección de Tubería: .....	74
3.3.1.5	Diseño Pasos Elevados: .....	74
3.3.1.6	Cámaras de Quiebre de Presión: .....	74
3.3.1.7	Cajillas Prediales y Protección de Válvulas: .....	75
<b>3.4</b>	<b>Diseño Sistema de Riego Intrapredial.....</b>	<b>76</b>
3.4.1	Adecuación Predial.....	76
3.4.1.1	Aspersión. ....	76
<b>3.5</b>	<b>Aspectos Financieros .....</b>	<b>84</b>
3.5.1	Presupuesto Detallado .....	84
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>93</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>95</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>96</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Estaciones meteorológicas empleadas para la determinación del análisis climático del área de influencia del proyecto .....	27
<b>Tabla 2.</b> Información climatológica del área de influencia del proyecto .....	28
<b>Tabla 3.</b> Caudal Asignado según Área Predios y Modulo Riego.....	29
<b>Tabla 4.</b> Resumen resultados laboratorio calidad de aguas Quebradas Las Minas y Caparrosa.....	31
<b>Tabla 5.</b> Sitios muestreo estudio de suelos.....	33
<b>Tabla 6.</b> Propiedades hidrofísicas suelos proyecto.....	33
<b>Tabla 7.</b> Listado y localización de usuarios.....	34
<b>Tabla 8.</b> Lista de planos.....	38
<b>Tabla 9.</b> Estudio Diseño de obras. Análisis de las fuerzas externas del dique ...	50
<b>Tabla 10.</b> Dimensiones de Encofrados Tipo .....	74
<b>Tabla 11.</b> Características de las Cámaras de Quiebre de Presión .....	75
<b>Tabla 12.</b> Dimensiones de Cajillas Tipo.....	75
<b>Tabla 13.</b> Referencia Unidad de Riego .....	76
<b>Tabla 14.</b> Parcelas Diseñadas .....	76
<b>Tabla 15.</b> Parcelas a construir .....	76
<b>Cuadro 16.</b> Parámetros de Riego .....	77
<b>Tabla 17.</b> Programación de Riego .....	81
<b>Tabla 18.</b> Presupuesto Detallado.....	84



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura N° 1.</b> Localización General del Proyecto .....	<b>22</b>
<b>Figura N° 2.</b> Estudio Diseño de las Obras. Dimensionamiento del canal .....	<b>43</b>
<b>Figura N° 3.</b> Estudio Diseño de obras. Fuerzas externas que actúan en la estructura de la bocatoma de fondo.....	<b>49</b>
<b>Figura N° 4.</b> Estudio Diseño de obras. Dimensiones del Dique de la Bocatoma de Fondo.....	<b>49</b>
<b>Figura N° 5.</b> Estudio Diseño de obras. Empujes Actuantes en los Muros Laterales .....	<b>52</b>
<b>Figura N° 6.</b> Estudio Diseño de obras. Diseño Pantalla Deflectora Desarenador Las Minas.....	<b>58</b>
<b>Figura N° 7.</b> Estudio Diseño de obras. Diseño Pantalla Deflectora Desarenador Caparrosa.....	<b>65</b>
<b>Figura N° 8.</b> Estudio Diseño de obras. Empujes Actuantes en los muros del desarenador.....	<b>67</b>
<b>Figura N° 9.</b> Estudio Diseño de obras. Diseño de la placa de fondo (Viga simplemente apoyada).....	<b>68</b>
<b>Figura N° 10.</b> Estudio Diseño de obras. Diseño de la placa de cubierta .....	<b>69</b>

## LISTA DE FOTOS

	Pág.
<b>Foto 1.</b> Bocatoma Caparrosa.....	<b>48</b>

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO A. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN.....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO B. ANALISIS HIDRAULICO DE LA RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN.....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO C. PLANOS .....</b>	<b>114</b>

## LISTA DE PLANOS GENERALES

<b>CODIGO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CONTIENE</b>	<b>CANTIDAD</b>
LG1/1	LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL PROYECTO	LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO AREAS DEL PROYECTO	1
PG1/1	PLANTA GENERAL DE LA RED	PLANTA GENERAL RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCION	1
PL1/5	PLANTA DETALLADA DE LA RED	PLANTA DETALLADA LINEAS DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCION	1
PL2/5			1
PL3/5			1
PL4/5			1
PL5/5			1
DC 1-4 2/5	DETALLES CONSTRUCTIVOS	DETALLES CONSTRUCTIVOS BOCATOMA- DESARENADOR QUEBRADA LAS MINAS	1
DC2-4 2/5		DETALLES CONSTRUCTIVOS BOCATOMA- DESARENADOR QUEBRADA CAPARROSA	1
DC3-4 1/1		DETALLES CONSTRUCTIVOS CAJILLAS, ANCLAJES, CAMARAS DE QUIEBRE	1
DC4-4 1/1		DETALLES CONSTRUCTIVOS PREDIALES	1
<b>TOTAL.</b>			<b>11</b>

## RESUMEN

El proyecto “Diseño Hidráulico del Distrito de Riego La Maica, Caparrosa y San Ciro, Municipio de Oporapa - Departamento del Huila, fue previsto como factible ya que en su evaluación resultó tener criterios técnicos y económicos muy favorables, para beneficiar a 137 familias mediante la adecuación predial con sistema de riego localizado (fijo por aspersión) para áreas de aproximadamente 0.5 a 2.0 Has por toma predial, estas se abastecerán del Distrito de Adecuación de Tierras a Pequeña Escala (ubicado en las veredas La Maica, Caparrosa y San Ciro Municipio de Oporapa).

El proyecto responde a las necesidades que se han ido presentando con el paso de los años en lo referente al manejo apropiado de las aguas superficiales que conforman los pequeños y grandes afluentes, de acuerdo a esto y aprovechando la infraestructura hidráulica existente en la región, una Bocatoma de un antiguo acueducto en la Quebrada Caparrosa y una segunda Bocatoma en la quebrada las Minas, el diseño y construcción de dos desarenadores, la instalación de válvulas de control de flujo, aire y lavado sobre la línea de conducción y distribución, las cuales garantizaran la entrega de agua en las condiciones de presión y caudal requeridas para el correcto funcionamiento de unidades de riego por aspersión fija, en cada uno de los 137 predios. Teniendo en cuenta las altas pendientes y diferencias de nivel entre los predios, se hace necesaria la instalación de válvulas de control de flujo, presión y caudal en cada una de las tomas prediales.

El presente proyecto plantea la implementación del riego localizado como una opción ventajosa para el uso correcto del agua, ya que brinda el control y mínimo desperdicio de este recurso, como también, genera un mejor desarrollo de las plantas y por consiguiente mayores volúmenes de producción, mayor calidad y rentabilidad, mejorando directamente la calidad de vida los agricultores.

**Palabras Clave:** Adecuación Predial, Riego por Aspersión fijo, Desarenador, Bocatoma.

## ABSTRACT

The project " Hydraulic Design of the District of Irrigation The Maica, Caparrosa and San Ciro, Oporapa's Municipality - Department of the Huila, was foreseen like feasibly since in his evaluation it resulted to have technical and economic very favorable criteria, to be of benefit to 137 families by means of the predial adequacy with system of irrigation located (I fix for aspersion) for areas of approximately 0.5 to 2.0 Are for predial capture, these will be supplied of the District of Adequacy of Earths on a small scale (located in the paths The Maica, Caparrosa and San Ciro Oporapa's Municipality).

The project answers to the needs that they have been presenting as the years went by in what concerns the appropriate managing of the superficial waters that shape the small and big tributaries, in agreement to this and taking advantage of the hydraulic existing infrastructure in the region, a Bocatoma of a former aqueduct in the Gully Caparrosa and the second Bocatoma in the gully the Mines, the design and construction of two desarenadores, the installation of Valves of control of flow, air and wash on the line of conduction and distribution, which were guaranteeing the water delivery in the conditions of pressure and flow needed for the correct functioning of units of irrigation for fixed aspersion, in each of 137 lands to installing. Having in it counts the hanging discharges and you level differ between the lands, there becomes necessary the installation of valves of control of flow, pressure and flow in each of the predial captures.

The present project raises the implementation of the irrigation located as a profitable option for the correct use of the water, since it offers the control and minimum I waste of this resource, since also, it generates a better development of the plants and consequently major volumes of production, major quality and major profitability, improving directly the quality of life the farmers.

**Key words:** Predial Adequacy, Irrigation for Aspersion I fix, Desarenador, Bocatoma.

## INTRODUCCIÓN

En el Huila y en Colombia la economía se basa principalmente en el sector agropecuario. Por tal motivo resulta de trascendental importancia, proponer opciones de adecuación y tecnificación de las tierras bajo producción para el logro del progreso de las condiciones de vida del campesino huilense.

En la actualidad, es evidente que el recurso hídrico está presentando cada vez más problemas de escasez, y a corto plazo se verá reflejado en el desarrollo de una crisis en la producción de alimentos a nivel nacional y mundial, puesto que este recurso está disminuyendo gradualmente en áreas cultivables.

Con la implementación de nuevas tecnologías para mitigar el problema del recurso hídrico que cada día se agota más, se busca alcanzar un adecuado y óptimo manejo del agua mediante el diseño del Distrito de Riego, tarea que le corresponde de manera inminente al ingeniero agrícola en la presentación de proyectos que incluyan esquemas favorables para el sector agrícola que permitan mejorar la producción, el uso del suelo, ayuden a resguardar los recursos naturales y proteger el ambiente.

El Distrito de Riego - tiene como fuente de abastecimiento Las quebradas Caparrosa y las Minas, la captación superficial se hace mediante una bocatoma de fondo, la conducción y distribución se realiza por tubería cerrada que se reduce telescópicamente, y para la sedimentación de partículas se cuenta con desarenadores, manejando caudales suficientes para cubrir las necesidades de los ciento treinta y siete (137) prediales a diseñar.

También es importante resaltar la utilización de diferentes aplicaciones de la hidráulica de fluidos para realizar el diseño más económico y hacer de éste un sistema de riego eficiente, garantizando el establecimiento y formación de un cultivo con las necesidades básicas para su normal desarrollo en cualquiera de sus etapas fisiológicas.

De acuerdo a las necesidades del proyecto se realizaron evaluaciones en la red de conducción y distribución en el distrito, mediante el programa de simulación y cálculo hidráulico EPANET 2.0, además se evaluó la Bocatoma existente y se diseñó hidráulica y estructuralmente una segunda Bocatoma y dos Desarenadores. Para cada uno de los predios que se abastecen de este Distrito de Riego se realizaron diseños hidráulicos con sus respectivos planos.

El propósito que se tiene con este proyecto es beneficiar a 137 familias mediante el diseño de un Distrito de Riego por aspersión fija para cultivos implementados o a implementar (Café, Cacao, Lulo y Maíz). Contribuyendo al aumento en el volumen y calidad de la producción agrícola, promover la conservación del ambiente, impartir capacitación y transferencia de tecnología y desarrollar investigación básica y aplicada en el medio.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- ❖ Realizar el diseño hidráulico del Distrito de riego la Maica, Caparrosa y San Ciro, Municipio de Oporapa - Departamento del Huila.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Elaborar el diseño hidráulico detallado del Distrito de Riego en la zona de estudio, especificando las características, dimensiones y costos para la optimización del distrito: mediante el programa de simulación y cálculo hidráulico EPANET 2.0 el cual se basa en la metodología de Hazen Williams.
- Hacer los diseños para la adecuación predial con sistema de riego por aspersión bajo las condiciones de presión y caudal adecuadas para el correcto funcionamiento de unidades de riego en cada uno de los predios.
- Calcular y seleccionar válvulas reguladoras y delimitadoras de caudal para garantizar el uso racional del agua.

## 1. MARCO CONCEPTUAL

### 1.1 Distrito de Riego

#### 1.1.1 *Definición*

Delimitación del área de influencia de obras de infraestructura tales; tales como derivaciones directas, plantas de bombeo, pozos, y canales entre otros, destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje o protección contra inundaciones; para los fines de gestión y manejo, se organiza en unidades de explotación agropecuaria bajo el nombre de Distritos de Adecuación de Tierras.

#### 1.1.2 *Clasificación de Acuerdo a Su Tamaño*

TIPO DE DISTRITO	AREA APROVECHABLE (HAS)	NUMERO DE USUARIOS
PEQUEÑA ESCALA	30-500	100
MEDIANA ESCALA	501-5000	200
GRAN ESCALA	MAS DE 5000	300

### 1.2 Componentes

#### 1.2.1 *Obras de Captación*

Son las estructuras hidráulicas construidas que se colocan directamente sobre las fuentes superficiales con el objeto de captar, es decir extraer, una parte o la totalidad del caudal de la corriente principal, para sustituir una red de acueducto o para generar energía y desarrollar sistemas de riego. Las bocatomas suelen caracterizarse principalmente por el Caudal de Captación, el que se define como el gasto máximo que una obra de toma puede admitir<sup>1</sup>.

##### 1.2.1.1 **Tipos de obras de captación**

**Bocatoma o captación lateral.** Es muy utilizada cuando la fuente de aprovechamiento posee un caudal relativamente grande. El sitio se selecciona donde la estructura quede a una altura conveniente del fondo y, ubicada al final de las curvas, en la orilla exterior, y en lugares protegidos de la erosión o socavación.

**Captación por vertederos laterales.** Un vertedero lateral consiste en una escotadura practicada sobre la cresta de un canal prismático que está orientada en sentido paralelo a la corriente y por encima de la cual fluye el agua cuando se ubica de una manera tal que se permite un gradiente hidráulico en sentido normal a la cresta del vertedero.

---

<sup>1</sup> CORCHO R, Freddy Hernán, Duque Serna José Ignacio. Acueductos Teoría y Diseño. 1993. Medellín.



Experimentalmente se ha encontrado que la capacidad de descarga de un vertedero normal a la dirección de la corriente es mucho mayor que la capacidad de descarga de un vertedero lateral.

**Tomas laterales.** Estas estructuras hidráulicas son muy frecuentes en los distritos de riego. Se proyectan por lo general para derivar agua de canales principales. La línea de derivación puede hacerse con tubería que atraviese el fondo de la berma del canal. Cuando así ocurre se diseña como un conducto a presión en donde se presentan pérdidas locales y pérdidas por fricción.

En el diseño de una toma lateral pueden ocurrir dos casos generales:

- No existe restricción en la selección del diámetro de tubería.
- Existe un diámetro comercial de tubería ya sea instalado, caso en el cual se trata de una revisión, ya sea que se haga necesaria su compra en el comercio local, caso en el cual se debe diseñar dentro de un rango de pendientes fijadas por las características topográficas del terreno y obliga además a ajustar las pérdidas mediante el uso de válvulas, compuertas, dispositivos adecuados para estas situaciones.

**Captación con lecho filtrante.** Se define como bocatoma de lecho filtrante la estructura de captación de agua para acueductos de bajo caudal, que tiene la capacidad de pre filtrar el influente antes de conducirlo a la línea de aducción del sistema. Esto se logra mediante la utilización de un lecho granular, el cual filtra el agua y la conduce a un sistema de recolección por tuberías perforadas en el fondo del cauce. Estas tuberías perforadas se encuentran generalmente en disposición de espina de pescado o en forma reticular y a junta perdida en ambos casos.

Este tipo de bocatoma tiene la capacidad de aprovechar la corriente de la fuente para auto lavarse superficialmente y de esta manera aumentar la carrera o tiempo de colmatación del filtro. Además, con el arrastre de material del tamaño apropiado para filtración (arena), la propia fuente se encarga de renovar el lecho filtrante, recargándolo constantemente.

Otra forma de captaciones con lecho filtrante es la de filtro en canal o filtro dinámico.

**Captación sumergida tipo dique-toma.** Cuando las corrientes de agua de escasos caudal y las secciones transversales del río en el sitio donde se proyecta la bocatoma son de poco ancho (0 a 10 m), es conveniente proyectar un dique con el objeto de garantizar el caudal que se debe captar, En el diseño de un dique - toma se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

En el área de captación dada, en la zona de rejilla, no se debe permitir el paso de material grueso; esto se logra dimensionando adecuadamente los espacios entre las barras de la rejilla de captación<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup>CORCHO R, Freddy Hernán, Duque Serna José Ignacio. Acueductos Teoría y Diseño. 1993. Medellín.

El dique se debe proyectar en forma tal que la rata de sedimentación en la zona del embalse no sea excesivamente alta, lo cual se logra obligando a que el agua fluya con moderada velocidad a través de la obra de captación.

Las riberas del río o quebrada, en la zona donde se proyecta el dique, deben tener una buena estabilidad geológica y preferiblemente el suelo debe ser roca a fin de aminorar costos en los anclajes.

### **1.2.2 Línea de Aducción**

Se define línea de aducción en un sistema de acueducto al conducto que transporta el agua de la bocatoma, desde la cámara de derivación, hasta el desarenador. Puede ser un canal abierto o un canal cerrado (tubería).

### **1.2.3 Desarenadores**

La sedimentación es el proceso por el cual el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo del río, embalse, canal artificial, o dispositivo construido especialmente para tal fin. Toda corriente de agua, está caracterizada por su caudal, tirante de agua, velocidad y forma de la sección tiene una capacidad de transportar material sólido en suspensión. El cambio de alguna de estas características de la corriente puede hacer que el material transportado se sedimente; o el material existente en el fondo o márgenes del cauce sea erosionado.

La sedimentación de sólidos en líquidos está gobernada por la ley de Stokes, que indica que las partículas se sedimentan más fácilmente cuando mayor es su diámetro, su peso específico comparado con el del líquido, y cuando menor es la viscosidad del líquido. Por ello, cuando se quiere favorecer la sedimentación se trata de aumentar el diámetro de las partículas, haciendo que se agreguen unas a otras, proceso denominado coagulación y floculación.

Generalmente se construyen dispositivos para que se produzca la sedimentación entre los cuales se tiene:

- Desarenador: diseñado para que se sedimenten y retengan sólo partículas mayores de un cierto diámetro nominal y en general de alto peso específico (arena).
- Sedimentadores o decantadores: normalmente utilizados en plantas de tratamiento de agua potable, y plantas de tratamiento de aguas servidas.
- Presas filtrantes: destinadas a retener los materiales sólidos en las partes altas de las cuencas hidrográficas.

En general los desarenadores son estructuras que tienen como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar.

Los factores que se deben considerar para un buen proceso de desarenación son: temperatura y viscosidad del agua, tamaño, forma y porcentaje a remover de las partículas de diseño, eficiencia de la pantalla defletores<sup>3</sup>

Existen varios tipos de desarenadores que siguen el mismo principio de la sedimentación, pero que difieren de sus formas, tamaños y precios; entre los cuales tenemos:

**Desarenadores de flujo horizontal:** Son utilizados generalmente para distritos de riego y acueductos y consisten en un ensanchamiento del canal o tubería de entrada de forma tal que se reduzca la velocidad de flujo y decanten las partículas. Debe diseñarse con un canal o tubería paralela para proceder a su limpieza que se puede realizar hidráulica ó mecánicamente.

**Desarenadores de flujo vertical:** Son utilizados generalmente en sistemas de riego que se alimentan de pozos profundos o de fuentes hídricas superficiales con alto aporte de sedimentos. Se diseñan mediante tanques que tienen una velocidad ascensional del agua tal que permite la decantación de las arenas pero no de las partículas orgánicas. Suelen ser depósitos tronco-cilíndricos con alimentación tangencial.

**Desarenadores de flujo inducido:** Son utilizados generalmente en baterías sanitarias. Son de tipo rectangulares aireados. En estos equipos se inyecta aire por medio de grupos motosoplantes creando una corriente en espiral de manera que permite la decantación de las arenas y genera una corriente de fondo. Además el aire provoca la separación de las materias orgánicas. De esta forma, dado que el depósito está aireado y se favorece la separación de la materia orgánica, se reduce la producción de malos olores.

#### **1.2.4 Conducción**

La conducción es el componente de un sistema de abastecimiento de agua a través del cual se transporta ésta desde el desarenador hasta la planta de tratamiento, al tanque de almacenamiento o directamente a la red de distribución. Dependiendo la conexión, a alguno de los anteriores componentes, del tamaño del proyecto; de las características del agua y de las condiciones topográficas; etcétera.

#### **1.2.5 Redes de distribución**

La red de distribución es un conjunto de conductos cerrados a través de los cuales se transporta el agua bajo presión a los diferentes puntos de consumo.

---

<sup>3</sup> LOPEZ C., Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados Bogotá 1993.

### 1.2.5.1 Tipos de redes

Dependiendo de la disposición de las viviendas, por razones topográficas, por razones de tenencia de tierra o por el desarrollo urbanístico de la localidad, se puede determinar el tipo de red de distribución.

**Tipo ramificado.** Son redes de distribución constituidas por un ramal troncal y una serie de ramificaciones que terminan en puntos ciegos o en pequeñas mallas.

Este tipo de red se adapta por el general a poblaciones veredales donde por razones topográficas no es económico ni técnico interconectar los ramales.

**Tipo mallado.** Estas redes están constituidas por tuberías que por razones del desarrollo urbanístico, por lo general en forma reticular forman una malla. Este tipo de red es el más conveniente por cuanto la superficie de energía es más compensada al producirse el flujo a través de circuitos, lo cual produce un servicio eficiente en presión y caudal.

**Sistemas de gravedad.** Cuando la fuente de abastecimiento tiene una elevación suficiente para suministrar el agua bajo la acción de la gravedad<sup>4</sup>.

### 1.2.6 Adecuación predial

#### 1.2.6.1 Definición

Consiste en la red de riego para aplicar directamente el agua en el predio, a partir de la entrega por la red de distribución en una toma definida, y debe adecuarse básicamente al plan agropecuario propuesto en la zona de estudio. Este sistema puede ser por gravedad, o presurizado.

Cuando es presurizado por aspersión, micro aspersión o goteo, el sistema incluye componentes y dispositivos como aspersores, micro aspersores, goteros, equipo de filtrado, tuberías principales y laterales, válvulas de paso, medidores de caudal, reguladores de presión, acometidas, hidrantes, elevadores, dosificadores, etc., los cuales deben seleccionarse de modo que proporcionen una buena uniformidad en la aplicación y una alta eficiencia.

### 1.2.7 Riego por aspersión

#### 1.2.7.1 Definición y componentes de un sistema de riego por aspersión

El sistema de riego por aspersión básicamente simula la lluvia. Es decir, el agua destinada al riego se hace llegar a las plantas a través de tuberías cerradas para ser expulsada mediante pulverizadores llamados aspersores, esta lluvia puede controlarse en intensidad, duración, frecuencia y distribución, los cuales gracias a la presión

---

<sup>4</sup>CORCHO R, Freddy Hernán, Duque Serna José Ignacio. Acueductos Teoría y Diseño. 1993. Medellín.

ejercida y determinada, el agua se eleva para luego caer dispersa o pulverizada en forma de gotas sobre la superficie que se desea regar<sup>5</sup>.

Para conseguir un buen riego por aspersión es necesario garantizar:

- Presión en el agua
- Red de tuberías adecuadas a la presión del agua
- Aspersores adecuados que sean capaces de esparcir el agua a presión que les llega por la red de distribución.
- Depósito de agua que conecte con la red de tuberías.

### 1.2.7.2 Ventajas e inconvenientes del riego por aspersión

#### Ventajas:

- **Adaptación al terreno.** Se puede aplicar tanto a terrenos planos como a los ondulados no necesitando demasiada preparación de las tierras.
- **La eficiencia del riego:** Para este sistema es de un 80 - 90% frente al 40 - 50 % en los riegos por inundación tradicionales. Lo que conduce a un ahorro importante en el uso del agua.
- **Especialmente útil para distintas clases de suelos:** Porque permite riegos frecuentes y poco abundantes en superficies de baja permeabilidad.
- **Ahorro en mano de obra.** Una vez puesto en marcha no necesita especial atención, por lo cual solo requiere de un operario para que éste realice la correcta instalación de los aspersores.

#### Inconvenientes:

- **Daños a las hojas y a las flores.** Las primeras pueden dañarse por el impacto del agua sobre las mismas, si son hojas tiernas o especialmente sensibles al depósito de sales sobre las mismas. En cuanto a las flores pueden, y de hecho se dañan, por ese mismo impacto sobre las corolas.
- **El viento puede afectar.** En días de vientos acentuados el reparto del agua puede verse afectado en la eficiencia de aplicación y uniformidad.
- **Aumento de enfermedades y propagación de hongos** debido al mojado total de las plantas en determinados cultivos.
- **Problemas mecánicos.** Aspersores detenidos, boquillas atascadas y fugas en acoplamientos etc.

---

<sup>5</sup>[http://www.euroresidentes.com/jardineria/sistemas\\_de\\_riego/riego/riego\\_por\\_aspersion.htm](http://www.euroresidentes.com/jardineria/sistemas_de_riego/riego/riego_por_aspersion.htm)

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Localización del proyecto

El Distrito de Riego La Maica, Caparrosa y San Ciro de Oporapa Huila se encuentra ubicado en la parte sur-occidente del Municipio de Oporapa , sobre la vertiente oriental de la cordillera Central en las estribaciones de la serranía de las minas; al sur del departamento del Huila, el cual beneficiará a las veredas de su mismo nombre, a esta zona se puede llegar por dos vías una que conduce al municipio de Elías pasando por la inspección de Oritoguaz y la otra vía por el municipio de Pitalito, las cuales son vías carretables. De Neiva capital del Huila dista 230 Km por vía pavimentada.

El área del proyecto presenta según la clasificación de la zonas de vida de Holdridge Bosque Humedo Premontano ( bh- PM) Esta formación se caracteriza por presentar temperaturas entre 18 y 24 °C, precipitación promedia inferior a 1000 y alturas entre 1000 y 2000 m.s.n.m.

El proyecto cubrirá un área de 187 Has de propiedad de 137 usuarios, cada uno contara con una toma predial.

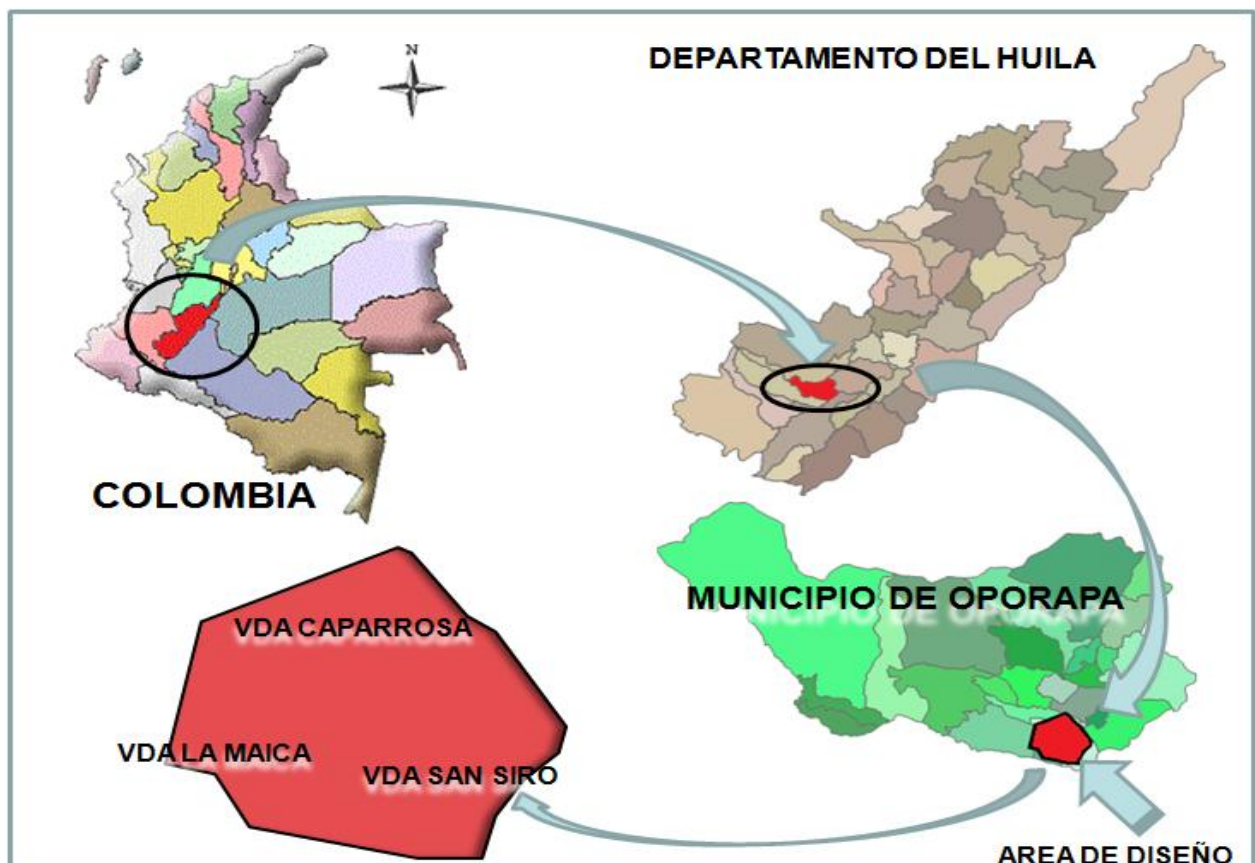


Figura N° 1. Localización General del Proyecto

## **2.2 Desarrollo del proyecto**

### **2.2.1 *Recolección de información.***

Para la adquisición de la información básica se empleó documentación secundaria, la cual permitió sustraer la mayor cantidad de información para el análisis hidroclimatológico del área proyecto. En este sentido las fuentes consultadas para este proyecto fueron:

- Agenda ambiental municipio de Oporapa. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, 1999
- Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Oporapa. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, 1999
- Informes técnicos y de cartografía de la UMATA
- Información cartográfica IGAC
- Registros de estaciones meteorológicas e hidrológicas. IDEAM.

### **2.2.2 *Trabajo de campo.***

Se llevaron a cabo visitas de campo en toda la zona de interés y a cada uno de los predios, donde se efectuó la georreferenciación satelital por medio de un GPS, se recopiló la información necesaria, seguidamente estos puntos se ubicaron en las planchas IGAC.

Con base en la anterior información se diseñó el trazado preliminar de la red, el cual fue posteriormente replanteado mediante levantamientos topográficos en campo con la utilización de un equipo (Transito, estación total o GPS) se realizó el recorrido planteado en el trazado preliminar.

El levantamiento topográfico involucró los diferentes accidentes físicos tenidos en cuenta para el diseño de la red, línea principal de conducción, la distribución y la red predial, con el cual se ejecutó el cálculo hidráulico más óptimo.

- Evaluando otras posibles alternativas que sea la más viable económica y técnicamente
- Se marca con estacas en el terreno la línea de conducción seleccionada.

### **2.2.3 *Trabajo de oficina.***

Finalizado el trabajo de campo y los ensayos de laboratorio, se procedió a ordenar, procesar, tabular, calcular, diseñar y analizar los resultados obtenidos.

### **2.2.3.1 Aspectos Técnicos**

Para la realización de los estudios requeridos en los aspectos técnicos y financieros se tuvieron en cuenta los Términos de Referencia AIS-2009, se realizó conjuntamente con asesoría de personal especializado elaborando los siguientes estudios: Demandas de Agua, Hidrología, Sedimentología, Calidad de Agua y Agrología

#### **Demanda de Agua**

En el estudio de climatología se presentó la caracterización climática de la zona, acompañado de los estudios que aportaran la información necesaria para preparar el balance hídrico.

La evapotranspiración potencial se calculó a nivel decadal, basada en los registros de estaciones operadas por el IDEAM u otra entidad que opere en la red climatológica en la zona y que contara con un periodo de registro mínimo de 10 años. Los parámetros para el cálculo son: temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, brillo solar y evaporación.

#### **Hidrología**

Se especificó e identificó claramente las fuentes de abastecimiento como cauce superficial además de considerar como caudal disponible.

El análisis del sistema hídrico de la zona del proyecto, está orientado a la descripción de sus principales características. Para tal efecto, inicialmente se establece la jerarquización de las corrientes y se procede a describir aquellas de mayor importancia desde el punto de vista de fuentes abastecedoras (consumo humano, uso agropecuario, etc.).

#### **Sedimentología**

Para el análisis de sedimentos de la quebrada Las Minas y Caparrosa se hicieron aforos sólidos con el fin de determinar los sólidos suspendidos y disueltos totales. Además se obtuvieron muestras de las partículas de arrastre de fondo en la sección de las quebradas, para determinar los diferentes diámetros de partículas presentes en las mismas.

#### **Calidad de Agua.**

Para el estudio de calidad del agua de la fuente de abastecimiento se anexó los resultados de laboratorio con los soportes de los análisis de la calidad físico-química y bacteriológica de la misma. Se determinó la Relación de Absorción de Sodio y el grado de contaminación de la corriente, con el fin de establecer si la fuente es apta para suplir las necesidades de agua del proyecto. Para cumplir con este requisito técnico, se evaluaron los siguientes parámetros: Conductividad eléctrica, sodio, magnesio y calcio (para determinar Relación de Absorción de sodio), cloruros, boro, oxígeno disuelto



(OD), pH, temperatura, turbidez, demanda biológica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO); sólidos suspendidos, disueltos y totales, nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio), coliformes totales y fecales, carbonatos y bicarbonatos.

### **Agrología**

Para Agrología el estudio presenta la caracterización y el estudio agrológico de la zona donde se va a desarrollar el proyecto de riego. Este contiene lo siguiente:

- Caracterización agroecológica de la zona donde se va a desarrollar el proyecto, que incluye la descripción general de suelos, la cual a su vez esta basada y soportada en estudios.
- Análisis de suelos donde se incluye: la determinación de las propiedades químicas (pH, materia orgánica, fósforo disponible, carbonatos, bases totales y su saturación y aluminio intercambiable). De las propiedades físicas se incluye la textura.

#### **2.2.3.2 Diseño Hidráulico**

El dimensionamiento de la red consiste en determinar los diámetros de las tuberías que la forman para satisfacer los requisitos de caudal y presión en los hidrantes. En el caso de redes ramificadas existen métodos estadísticos para calcular los caudales de diseño en cada tramo de tubería.

Se utilizó el software EPANET Versión 2.0, el cual es una herramienta para cálculo y comportamiento hidráulico en sistemas de distribución de agua, entre otras aplicaciones. En estos momentos es uno de los paquetes informáticos más completos que existe en el campo de la simulación de sistemas hidráulicos, hecho que unido a su distribución libre y su fácil manejo hacen de este una herramienta ampliamente utilizada.

EPANET Versión 2.0 simula todo tipo de redes de distribución de agua, con un número cualquiera de elementos hidráulicos incluyendo depósitos, sistemas de bombeo, bancos de válvulas, tuberías, uniones, etc., utilizando un sencillo interface gráfico. Además, permite realizar cálculos incluyendo curvas de demanda y simular fugas en diferentes componentes de la red.

#### **2.2.3.3 Diseño de obras Hidráulicas**

Para el diseño hidráulico, se tuvo en cuenta la metodología propuesta por Corcho Romero Freddy Hernán, Duque Serna José Ignacio, citada en Acueductos teoría y diseño, pág.183 – 204 y López Cualla Ricardo Alfredo, citada en Elementos De Diseño Para Acueductos y Alcantarillados, pág. 153 – 168.

Para los diseños de anclajes, encofrados para tubería, cajillas para válvulas y prediales con su respectiva ubicación, se siguió la asesoría del Ing. Cifuentes Perdomo Miguel Germán especialista en Ingeniería de Irrigación.

#### **2.2.3.4 Diseño Sistema de Riego Intrapredial**

Las líneas de distribución predial, incluyeron los detalles necesarios para la localización de los puntos de entrega en cada predio, se realizo el levantamiento detallado de los predios seleccionados para el diseño de las parcelas tipo para riego intrapredial y se realizo la medición planimétrica de las parcelas beneficiadas por el proyecto con apoyo en el Sistema de Posicionamiento Global y equipos GPS de precisión submétrica, la suma de las cuales corresponde a un área de 187Has.

#### **2.2.3.5 Manual de operaciones**

La elaboración del manual de operación y mantenimiento, se desarrolló con la Asesoría del Ing. Cifuentes Perdomo Miguel Germán, la cual tiene como finalidad servir de guía y material de consulta para las personas encargadas de manejar el Distrito, con el fin de administrar los predios, las aguas y las estructuras, contribuyendo de esta manera a la conservación del mismo.

#### **2.2.3.6 Presupuesto.**

Con base en los diseños detallados, el proyecto incluye el presupuesto de las obras, así mismo, el presupuesto indica la desagregación de los equipos necesarios, de tal manera que están comprendidos todos los componentes del proyecto, cuantificando las cantidades involucradas, para así poder elaborar las listas de cantidades y precios unitarios para la construcción de las obras,

Finalmente, para el presupuesto detallado del proyecto se contó con la asesoría del director de este, en el cual se utilizaron los costos para el año 2009 y se encuentra disponible en el apartado Resultados.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Aspectos Técnicos

##### 3.1.1 Demandas de agua

El record de información con que se cuenta para el análisis climático de la zona se considera significativo, dado a que existen estaciones climatológicas dentro del área de estudio. De acuerdo con las estaciones existentes dentro del área de estudio operadas por el IDEAM, se escogieron dos (2) estaciones representativas como estación Sevilla y Oporapa.

La Tabla 1 relaciona las estaciones meteorológicas empleadas para el estudio, y referencia sus características generales tales como: tipo de estación, localización geográfica, coordenadas y altimetría.

**Tabla 1. Estaciones meteorológicas empleadas para la determinación del análisis climático del área de influencia del proyecto**

Nº	ESTACIÓN	MUNICIPIO	TIPO	DPTO.	COORDENADAS	ELEV. (m.s.n.m.)	PRECIP. ANUAL (mm)	AÑOS DE REGISTRO
1	Sevilla	Pitalito	CO	Huila	1°50' N - 76°07' W	1320	1225,3	1971 - 2007
2	Oporapa	Oporapa	PM	Huila	2°03' N - 76°02' W	1490	1532,2	1975 - 2007

CO: Climatológica Ordinaria

PM: Pluviométrica

**Fuente:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2008

Es preciso anotar que se tomó una estación como apoyo para el análisis climático llamada Sevilla debido a que la otra estación seleccionada denominada Oporapa es pluviométrica y no posee información de las demás variables atmosféricas. Por tal razón y con fundamento en la vecindad geográfica y la localización altitudinal del área de estudio se optó por recurrir al uso de estaciones empleadas para estudios de otras áreas con condiciones climatológicas similares de la misma región (método de regionalización de características o parámetros<sup>6</sup>).

De acuerdo con la similaridad física - climática (ubicación, elevación, geomorfología, hidrología, etc.), se escogió una (1) estación representativa localizada en el municipio de Pitalito: (climatológica ordinaria – Estación Sevilla); considerando que las anteriores características de dicha estación se asemejan a la del área en estudio y además en razón de su cercanía con ésta.

En general, puede decirse que las estaciones seleccionadas poseen información aceptable para el nivel de resultados que se pretende alcanzar en este estudio.

En la Tabla 2 se muestra la información climatológica del área de influencia del

<sup>6</sup> VÉLEZ O., María Victoria y Otros. Hidrología para el diseño de obras civiles con énfasis en la información escasa. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín, 1.993. p.2-3

proyecto teniendo como base la estación de apoyo seleccionada para el análisis (Sevilla).

**Tabla 2. Información climatológica del área de influencia del proyecto**

PARAMETRO	UND	VALOR MENSUAL											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Temperatura	°C	20.92	21.02	20.63	20.50	20.28	19.85	19.40	19.64	20.15	20.47	20.66	20.81
Humedad Relativa	%	82.10	80.27	82.87	83.60	83.80	85.03	85.03	84.23	82.97	82.43	83.33	82.20
Velocidad del viento	(m/sg)	0.9	3.5	1.2	2	2.9	4.5	5.6	5.2	4.6	1.6	1.1	1.2
Brillo solar	horas	136.63	125.92	93.47	138.10	113.74	112.12	121.70	118.12	124.71	130.22	128.47	139.81
Evaporación del tanque	mm	102.00	99.00	94.00	85.00	83.00	75.00	78.00	81.00	97.00	106.00	100.00	99.00
Evapotranspiración potencial	mm	25.98	26.98	29.33	31.07	26.98	30.56	31.82	27.67	27.43	29.84	28.82	26.86

**Fuente:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2008

La zona de influencia del proyecto, posee las siguientes características climáticas medias anuales: temperatura de 20.4°C, humedad relativa de 83.0%, brillo solar de 1447,8 horas, evaporación de 1099.6 mm y precipitación desde 1251.7 a 1543.0 mm, teniendo como mes de máximas lluvia Abril (170.87 mm) y de mínimas lluvias Enero (95.39 mm).

El área del proyecto presenta una evapotranspiración potencial promedio aproximada de 1128.11 mm al año. Los periodos críticos en que se requiere la mayor aplicación del riego son, Diciembre, Enero, Febrero, Agosto y Septiembre, con valores de evapotranspiración que oscilan entre 29.31 mm a 31.82 mm, teniendo como mes de mayor necesidad Enero (31.82 mm).

Ordenando los valores de las estaciones base de mayor a menor se calculó la precipitación con probabilidad de ocurrencia del 50% y 75%. Como el proyecto desea adelantar cultivos tecnificados, se requiere suministro de agua en las épocas secas. Para conocer estas demandas es necesario calcular el Balance Hídrico Agrícola.

De los balances hídricos agrícolas se obtiene, que para las dos estaciones existe déficit de agua durante la totalidad del año.

Los meses de mayor requerimiento de agua para las plantas son finales de diciembre a febrero y finales de agosto a finales de octubre; los meses de menor requerimiento de agua son mayo- julio. La década de mayor requerimiento de agua es la II de febrero con un valor de 29,31 mm para la estación Oporapa y 28,74 mm estación Sevilla.

Los requerimientos hídricos se realizaron por cultivo implementado o a implementar por ciclo vegetativo, tomando como Modulo de Riego para efectos de diseño el de la década más crítica que se establece en 0.326 lt/s/Ha.

Sin embargo hay algunos predios cuya área es muy pequeña como para aplicar este modulo, pues el caudal obtenido sería superior al requerido para la operación de una unidad de riego; este es el caso de los predios de 0,25 y 0,5 Has, por eso en estos casos se asigna 0,2 LPS por predio (caudal necesario por unidad de riego); para los predios entre 0,75 y 2 Has se aplica el modulo de riego obtenido como se muestra en la siguiente Tabla N° 3:

**Tabla 3. Caudal Asignado según Área Predios y Modulo Riego**

AREA PREDIO (Ha)	CANTIDAD PREDIOS	AREA TOTAL (Has)	MODULO RIEGO	CAUDAL TOTAL (LPS)
0,25	9	2,25	0,200 LPS/ Predio	0,450
0,5	10	5,00	0,200 LPS/ Predio	1,000
0,75- 2,00	118	179,75	0,326 LPS/Ha	58,599
<b>TOTAL</b>	<b>137</b>	<b>187</b>		<b>60,050</b>

### Caudal De Diseño Del Proyecto (Qd)

El caudal de diseño se calcula de la siguiente manera:

$$Qd = A_{Total} \times MR$$

Si se asigna el modulo de riego para el total del área se tiene:

$$Qd = 187 \text{ Has} \times 0.326 \text{ LPS} / \text{Ha}$$

$$Qd = 60.96 \text{ LPS}$$

Como hay predios que tienen menos de 0.5 Has no se pueden calcular sus caudales con la formula anterior, pues este caudal no sería suficiente para suplir las necesidades del aspersor propuesto que es de 0.2 LPS.

Por las razones mencionadas se decidió asignar a los predios entre 0.25 y 0.50 Has, un caudal de 0.2 LPS; por lo que el caudal queda de diseño queda asi:

$$Qd = (\text{Predios entre } 0,25 \text{ y } 0,50 \text{ Has} * \text{caudal minimo requerido por unidad de riego}) + (\text{area predios entre } 0,75 \text{ y } 2 \text{ Has} * \text{Modulo de Riego})$$

Reemplazando se tiene:

$$Qd = (19 * 0,2 \text{ LPS}) + (179,75 \text{ Has} * 0.326 \text{ LPS} / \text{Ha})$$

$$\text{Caudal definitivo de diseño} = 62,4 \text{ LPS}$$

### 3.1.2 Hidrología

La fuente de abastecimiento para el proyecto son dos cauces superficiales denominados Quebrada Las Minas y Quebrada Caparrosa, el agua necesaria para el Distrito de riego es la sumatoria del caudal ofertado por cada una de las quebradas.

Teniendo en cuenta que las quebradas no cuentan con estaciones hidrológicas se calculan los caudales máximos y medios teniendo en cuenta las propiedades morfológicas de las cuencas.

El caudal mínimo se determinó con aforos realizados en época de estiaje, el cual es tomado como caudal ofertado, que después de restar el caudal ecológico resulta el caudal de diseño, como se muestra a continuación:

### **Quebrada Las Minas**

Caudal Oferta Quebrada Las Minas= Caudal Aforado – Caudal Ecológico.

El caudal ecológico de acuerdo a las características de la fuente y los usos aguas abajo, se considero suficiente dejar un 23%

Caudal Oferta Quebrada Las Minas= (32,47- 7.47) LPS =25 LPS

### **Quebrada Caparrosa**

Caudal Oferta Quebrada Caparrosa = Caudal Aforado- Caudal Ecológico

El caudal ecológico de acuerdo a las características de la fuente y los usos aguas abajo, se considero suficiente dejar un 20,5%

Caudal Oferta Quebrada Caparrosa = (47,19- 9.69) LPS =37.5 LPS

Caudal Total Ofertado= Caudal Q Las Minas+ Caudal Q. Caparrosa

Caudal Total Ofertado= (25 + 37,5) LPS

- Caudal Total Ofertado o caudal de diseño= 62,5 LPS **Demanda**

Al interior de las subcuencas fueron identificados usos variados del recurso hídrico, entre los cuales los de mayor importancia para la población los constituye el consumo humano, agrícola y pecuario. Para el uso agropecuario, se puede afirmar que el más importante es el cultivo de café, cacao y lulo.

De acuerdo con lo anterior se puede establecer que la oferta de la subcuencas y cada sector de ella es lo suficientemente amplia como para suplir las necesidades hídricas para las actividades propias de los habitantes de las subcuencas estudiadas, que se abastecen de estos cuerpos de agua.

### **3.1.3 Sedimentología**

Se realizó un estudio granulométrico de partículas de fondo, para considerar el tamaño de las partículas a remover en el desarenador, pues virtud de este resultado se procedió al diseño hidráulico.

Las muestras de partículas de fondo se tomaron sobre el cauce de la quebrada Caparrosa y las Minas, fueron analizadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Surcolombiana en donde se determinó que para la quebrada Caparrosa

las partículas de mayor tamaño retenidas en el tamiz de 1 1/2" (Gravilla gruesa) representan el 14.21% (319.90gr) de la masa total de la muestra analizada y las partículas de menor tamaño se retuvieron en los tamices 140 y 200 con un 99.75% y 99.86% respectivamente; para la quebrada Las Minas las partículas de mayor tamaño se retuvieron en el tamiz 1 1/2" con un 10.01 % lo cual representa un peso de 219.56 gr. del peso total analizado y las partículas de menor tamaño quedaron en los tamices 140 y 200 con un 99.68% y 99.75% respectivamente consideradas arenas muy finas, con diámetros entre 0.105 mm y 0.074 mm, con estos resultados se diseña el desarenador para esta quebrada.

### 3.1.4 Calidad del agua

El análisis de calidad del agua para riego de las quebradas Caparrosa y Las Minas, se realizaron en el Laboratorio de Aguas de la Universidad Surcolombiana (24 de Octubre de 2008). Para la quebrada Las Minas las muestras se tomaron aguas arriba del posible sitio de construcción de la bocatoma y en la quebrada Caparrosa se tomaron donde se encuentra ubicada la bocatoma antigua.

**Tabla 4. Resumen resultados laboratorio calidad de aguas Quebradas Las Minas y Caparrosa**

PARAMETRO	UNIDAD	Q. CAPARROSA	Q. LAS MINAS	VALOR PERMISIBLE PARA USO AGRICOLA SEGÚN DECRETO 1594/84
Temperatura	°C	22	22	
Ph	Unidades	7.4	7.4	4.5-9.0
Oxígeno disuelto	mg/l O <sub>2</sub>	5.5	5.9	
Turbiedad	NTU	5.34	6.25	
Conductividad	µs/cm	127	130	0 - 3000
Alcalinidad	mg/l CaCO <sub>3</sub>	48	55	
Carbonatos	mg/l CaCO <sub>3</sub>	0.0	0.0	0 - 3
Bicarbonatos	mg/l CaCO <sub>3</sub>	48	55	0 - 600
Dureza Total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	50	50.4	32 - 54 Dura
Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub>	8.0	15	0 - 1000
Fosfatos	mg/l PO <sub>4</sub>	0.1	0.4	
Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub>	0.18	0.32	
Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub>	ND	ND	
Nitrógeno Amoniacal	mg/l NH <sub>3</sub> .N	ND	ND	
Cloruros	mg/l Cl	1	2	0 - 1100
Calcio	mg/l Ca	13.6	15.2	0 - 400
Magnesio	mg/l Mg	3.9	3.0	0 - 60
DBO5	mg/l O <sub>2</sub>	3.3	4.5	0 - 20 pura
DQO	mg/l O <sub>2</sub>	21	59.2	
Sólidos Totales	mg/l	188	96	
S. Disueltos Totales	mg/l	176	80	500 - 2000
S. Suspendidos Totales	mg/l	12	16	50 - 100
S. Sedimentables	mg/l	ND	ND	
RAS		0.55	0.51	
Sodio	mg/l Na	9.12	8.37	0 - 10 Riesgo Bajo
Potasio	mg/l K	3.40	5.18	0 - 2
Boro	mg/l B	0.072	0.14	0.3-4.0
Coliformes fecales	UFC/100 ml	1600	1600	1000 para riego de hortalizas y frutas
Coliformes totales	UFC/100 ml	1600	1600	5000

Grado de Contaminación		Agua Buena Calidad C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	Agua Buena Calidad C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	C1 S1 buena
Peligro de Sodio		Bajo (según norma RIVERSIDE)	Bajo (según norma RIVERSIDE)	0 – 10 Riesgo Bajo
Peligro de Salinidad		Bajo (según norma RIVERSIDE)	Bajo (según norma RIVERSIDE)	

De acuerdo al análisis realizado comparando los resultados de laboratorio con los rangos permisibles para cada parámetro según el decreto 1594 de 1984 se concluye que el agua de las Quebradas Las Minas y Caparrosa es de aptitud **BUENA** y recomendable para el riego de los cultivos.

### 3.1.5 *Agrología*

Para realizar el estudio de agrología, el primer paso a realizar fue la fotointerpretación del área de estudio, sobre la cual se separaron las diferentes unidades geomorfológicas que dieron la base para realizar la leyenda, elemento indispensable para la delimitación de los suelos. Dichas separaciones fueron posteriormente a planchas con las líneas de suelos de los estudios anteriores, con el objeto de determinar la relación que existía entre las unidades cartográficas de dichos levantamientos con las concepciones geomorfológicas del presente Estudio.

El análisis e interpretación de estos estudios, indicaron las pautas para la realización del trabajo de campo. Escogiendo el método de comprobación, el cual consiste en un muestreo de caracterización físico-química.

Inicialmente se tomó el mapa de suelos del municipio de Oporapa, se le superpuso el plano del área del proyecto, definiendo las unidades cartográficas incluidas en dicha área. De este ejercicio se encontraron 4 series de suelos, para las cuales se determinó hacer 4 tomas de muestras para análisis físico-químicos;

Se llevaron a cabo en cada punto de muestreo seleccionado las siguientes labores:

- Toma o recolección de muestras para análisis físico-químico con profundidad de muestro de 0 – 50 cm
- Llevar al laboratorio de la USCO para estudios de propiedades físicas (textura, C.C, PMP, Da) y análisis completo de Propiedades Químicas con recomendaciones técnicas para cultivo.
- Estudio de infiltración básica Ib en campo con tres repeticiones en las 4 unidades cartográficas de muestreo seleccionadas.

Descripción de perfiles por el método del perfil extendido, separando horizontes, determinando a cada uno la profundidad, textura al tacto, estructura, consistencia, color, porosidad, pedregosidad, presencia de macroorganismos y raíces entre otros. Mediante la realización de calicatas. Cada calicata se hizo de 1.0 m x 1.0 m y hasta una profundidad de 120 m.



**Tabla 5. Sitios muestreo estudio de suelos**

MUESTREO	UNIDAD DE SUELOS	PROPIETARIO	NOMBRE PREDIO	USO	ESTE	NORTE	COD. MUESTRAS
SA	MQAf2	ERNESTO TRUJILLO	VILLA LUCY	CAFÉ	784789	713865	SAH1 , SHAH2
SB	AQDd	ANA ELISA MUÑOZ SCRAPETTA	LA ESPERANZA	CAFÉ, PLATANO, YUCA Y MAIZ	785093	714156	SBH1 , SHBH2
SC	MQFe	CALIXTO TRUJILLO	LA PELOTA	CAFÉ, YUCA Y PLATANO	785491	715393	SCH1 , SHCH2, SCH3
SD	MQFf2	LICINIO VARGAS	N.N.	CAFÉ, PLATANO	784628	715563	SDH1 , SHDH2

Las calicatas que se hicieron para describir los perfiles modales o típicos de cada serie, se encuentran localizados en los planos de suelos.

Con base en información secundaria, se describen las características físico-químicas (profundidad efectiva, textura, estructura, contenido de materia orgánica, contenido nutricional), aptitud de los suelos, uso actual, y forma de explotación.

En la Tabla N° 6 se muestran los resultados de las propiedades físicas e hidrodinámicas de los suelos del proyecto de riego.

**Tabla 6. Propiedades hidrofísicas suelos proyecto**

UNIDAD DE SUELO	MUESTRA LAB.	PROF. (cm)	FRACCIÓN (%)	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE (g/cm³)	HUMEDAD (%)		INFILTRACIÓN (cm/hr)
						CC 0,3 bar	PMP 15 bar	
AQDd	SBH1	0 - 50	A: 77.86	FRANCO ARENOSO	1,51	22.50	9.88	2.10 (Moderadamente)
			L: 12.06					
			Ar: 10.08					
	SBH2	>50	A: 72.88	FRANCO ARENOSO	1,52	24.23	9.83	
			L: 13.26					
			Ar: 13.86					
MQAf2	SAH1	0 - 30	A: 70.34	FRANCO ARENOSO	1,64	27.80	12.31	0.91 (Moderadamente lenta)
			L: 15.12					
			Ar: 14.54					
	SAH2	>30	A: 68.34	FRANCO ARENOSO	1,58	27.86	13.57	
			L: 14.10					
			Ar: 17.56					
MQFf2	SDH1	0 - 50	A: 77.86	FRANCO ARENOSO	1,51	22.50	9.88	0.68 (Moderadamente lenta)
			L: 12.06					
			Ar: 10.08					
	SDH2	>50	A: 72.88	FRANCO ARENOSO	1,52	24.23	9.83	
			L: 13.26					
			Ar: 13.86					
MQFe	SCH1	0 - 43	A: 61.72	FRANCO ARENOSO	1,55	27.89	14.25	0.05 (Muy lenta)
			L: 21.04					
			Ar: 17.24					
	SCH2	43-70	A: 59.72	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1,61	28.73	19.07	
			L: 18.04					
			Ar: 22.24					
	SCH3	>70	A: 59.76	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1,45	31.12	18.69	
			L: 18.48					
			Ar: 21.76					

Los resultados de las pruebas químicas indican que la mayoría de los suelos del proyecto son alcalinos con bajo contenido de materia orgánica y deficiencia de potasio lo mismo que micronutrientes y relaciones intercambiables; se recomienda la aplicación de materia orgánica bien compostada y la adición de micronutrientes en forma de sulfatos.

### 3.1.6 Topografía

El levantamiento topográfico involucró los diferentes accidentes físicos, los cuales se tuvieron en cuenta para el diseño de la red de conducción y distribución que a su vez permitió realizar el cálculo hidráulico más acorde a estas características.

La Tabla 7 relaciona la información obtenida en campo acerca de los usuarios a beneficiar:

**Tabla 73. Listado y localización de usuarios**

CODIGO PREDIO	VEREDA	FUENTE ABASTECIMIENTO	USUARIO	FINCA	AREA BENEFICIARIA (HAS)	DEMANDA ASIGNADA (LPS)	USO DEL SUELO	ESTE	NORTE	ELEV
CR01	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	ANTIDIO ROJAS	EL PEDREGAL	1.50	0.489	CAFÉ, PLATANO	785668.081	715540.751	1403.18
CR02	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	ARCESIO TRUJILLO	EL CONDE	1.50	0.489	CAFÉ	784804.843	715078.198	1405.86
CR03	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	ARMANDO MUÑOZ	LAJAS	2.00	0.652	CAFÉ	784327.744	715449.409	1462.65
CR04	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	EDITH SALINAS	EL CACHINGAL	1.00	0.326	CAFÉ, PLATANO	785037.733	715281.497	1459.88
CR05	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	FLORESMIRO ROJAS MAZABEL	LA ESMERALDA	1.00	0.326	CAFÉ, POTRERO	784946.255	715113.434	1418.84
CR06	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	FLORESMIRO ROJAS MAZABEL	LA ESMERALDA	2.00	0.652	CAFÉ	785082.94	714917.44	1390.17
CR07	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	GUSTAVO MOTTA PEÑA	EL CONDE	2.00	0.652	CAFÉ, PASTO	784924.155	715250.653	1455.52
CR08	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	JAIME CASTRO ROJAS	LA RAMADA	1.00	0.326	LULO	784872.606	714960.839	1380.44
CR09	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	LICINIO VARGAS TORRES	PEÑAS NEGRAS	2.00	0.652	CAFÉ, PLATANO	784628.43	715563.009	1505.52
CR10	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	MANUEL ANTONIO OROZCO		2.00	0.652	CAFÉ	785178.898	715108.732	1418.28
CR11	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	NEIVER ROJAS TRUJILLO	PRIMAVERA	1.50	0.489	CAFÉ, PLATANO	785448.477	715275.478	1425.11
CR12	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	RAFAEL TRUJILLO ROJAS	EL CONDE	2.00	0.652	CAFÉ, PLATANO	784945.055	715040.414	1401.47
CR13	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	ROBINSON ROJAS MAZABEL	LA ESMERALDA	2.00	0.652	CAFÉ	785001.5	714765.961	1344.58
CR14	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	ANA BEATRIZ MOTTA PEÑA	AGUA AZUL	2.00	0.652	CAFÉ	785275.159	715555.6	1510.9
CR15	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	ANTIDIO ROJAS	LA ESTRELLA	1.00	0.326	CAFÉ	785223.592	715250.298	1433.12
CR16	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	ARCESIO TRUJILLO	EL PINDAL	1.90	0.619	CAFÉ, YUCA Y PLATANO	785491.043	715500.024	1463.72
CR17	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	CALIXTO TRUJILLO	LA PELOTA	2.00	0.652	CAFÉ, YUCA Y PLATANO	785490.916	715392.705	1455.83
CR18	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	DINA EDILMA ESPAÑA	PIEDRAS GRANDES	0.50	0.200	CAFÉ	785105.439	715116.564	1422.64
CR19	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	ERNESTO TRUJILLO GUAMANGA	LA HUERTA	1.50	0.489	CAFÉ Y PLATANO	785316.053	715309.933	1438.97
CR20	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	FELISA VARGAS MUÑOZ	EL PORVENIR	0.50	0.200	CAFÉ, YUCA Y PLATANO	785199.921	715002.494	1407.09
CR21	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	GUSTAVO MOTTA PEÑA		1.00	0.326	CAFÉ, POTRERO	784911.305	714740.621	1333.74
CR22	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	JESUS ENRIQUE ROJAS	EL PORVENIR	2.00	0.652	FRIJOL, MAIZ, PLATANO Y YUCA	785247.617	714859.713	1392.2
CR23	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	JUAN ROJAS BETANCOURT	EL PORVENIR	0.75	0.245	CAFÉ, TOMATE, MAIZ Y PLATANO	784681.944	714697.744	1311.78
CR24	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	MARIA OLIVA COLLO		2	0.652	785173	715111	1418.88	1418.88
CR25	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	NEIVER ROJAS TRUJILLO	EL PEDREGAL	0.75	0.245	CAFÉ, PLATANO Y YUCA	785348.867	714819.763	1379.53
CR26	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	NIXON GUSTAVO VARGAS	EL MANGO	2.00	0.652	CAFÉ	785286.399	714709.198	1366.28
CR27	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	PAULO ROJAS	LA ZULITA	1.00	0.326	CAFÉ, MAIZ	785448.902	714694.622	1360.38
CR28	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	SATURIA ULTENGO DE MUÑOZ	LAS MINAS	2.00	0.652	CAFÉ, TOMATE, MAIZ Y	784714.431	714870.303	1353.07

CODIG O PREDI O	VEREDA	FUENTE ABASTECIMIEN TO	USUARIO	FINCA	AREA BENEFICIA R (HAS)	DEMANDA ASIGNAD A (LPS)	USO DEL SUELO	ESTE	NORTE	ELEV
							PLATANO			
CR29	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	SILVIO ROJAS	LA AZULITA	1.00	0.326	CAFÉ, MAIZ	784830.016	714716.377	1327.05
CR30	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	SILVIO ROJAS	SANTA ROSA	0.50	0.200	PASTO DE CORTE	785199.133	715275.774	1440.93
CR31	CAPAROSA	Q.CAPARROSA	YEISON ARVEY PORTILLA ROJAS	CORINTO	1.00	0.326	CAFÉ, PLATANO Y MAIZ	785229.945	714975.905	1405.36
LM01	LA MAICA	Q. LAS MINAS	ARNOBIS CAJIBIO	EL DIAMANTE	1.50	0.489	CAFÉ	784749.984	713874.506	1149.17
LM02	LA MAICA	Q. LAS MINAS	CARLOS TORRES	LA MAICA	1.75	0.571	CAFÉ	783729.714	714293.935	1356.31
LM03	LA MAICA	Q. LAS MINAS	DEYANIRA MAZABEL OROZCO	LAS ORQUIDEAS	1.75	0.571	CAFÉ	784012.445	714283.641	1315.71
LM04	LA MAICA	Q. LAS MINAS	DIOMELIA VARGAS	LAS MINAS	1.90	0.619	CAFÉ	784276.74	713746.724	1109.17
LM05	LA MAICA	Q. LAS MINAS	DOMINGO SCARPETTA	LA MAICA	1.75	0.571	CAFÉ	784086.285	714595.557	1382.32
LM06	LA MAICA	Q. LAS MINAS	ELCIAS TORRES	LA ESPERANZA	2.00	0.652	CAFÉ	783916.908	714447.501	1407.78
LM07	LA MAICA	Q. LAS MINAS	ELIECER MAZABEL MUÑOZ	EL CEDRO	2.00	0.652	CAFÉ	784354.015 3	714276.764 9	1250.54
LM08	LA MAICA	Q. LAS MINAS	ELIECER MAZABEL MUÑOZ	LAS CUEVAS	1.00	0.326	CAFÉ	784407.068	714758.922	1312.64
LM09	LA MAICA	Q. LAS MINAS	JORGE ENRIQUE FLOREZ MAZABEL	BELLA VISTA	1.00	0.326	CAFÉ	784358.854	714465.785	1285.88
LM10	LA MAICA	Q. LAS MINAS	ERNESTO TRUJILLO GUAMANGA	VENTILADOR	1.00	0.326	CAFÉ	784471.741	713913.559	1165.8
LM11	LA MAICA	Q. LAS MINAS	ERNESTO TRUJILLO GUAMANGA	EL COTUDO	1.90	0.619	CACAO	784477.212	713833.892	1140.61
LM12	LA MAICA	Q. LAS MINAS	ERNESTO TRUJILLO GUAMANGA	VILLA LUCY	2.00	0.652	CAFÉ	784788.933	713864.502	1143.08
LM13	LA MAICA	Q. LAS MINAS	FERNEY SCARPETTA MAZABEL	LA BATEA	1.25	0.408	CAFÉ	783953.637	714443.032	1394.22
LM14	LA MAICA	Q. LAS MINAS	HECTOR TRUJILLO	LA ISLA	1.90	0.619	CAFÉ	784322.377	713744.457	1110.52
LM15	LA MAICA	Q. LAS MINAS	HERMILSON ARTUNDUAGA SCARPETTA	LAS MINAS	2.00	0.652	CAFÉ	784194.236	714574.407	1328.44
LM16	LA MAICA	Q. LAS MINAS	HERNEY FLORES MAZABEL	EL PARAISO	1.00	0.326	CAFÉ	784401.06	714387.18	1269.45
LM17	LA MAICA	Q. LAS MINAS	JESUS ERNELYS SCARPETTA MAZABEL		1.75	0.571	CAFÉ	784108.32	714404.124	1327.15
LM18	LA MAICA	Q. LAS MINAS	JOHN FREDY MAZABEL TORRES	LAS BRISAS	1.00	0.326	CAFÉ	784051.31	714202.827	1276.97
LM19	LA MAICA	Q. LAS MINAS	JOHN FREDY MAZABEL TORRES	LAS VUELTAS	1.00	0.326	CAFÉ	784236.206	714296.652	1263.06
LM20	LA MAICA	Q. LAS MINAS	JOSE EVER ARTUNDUAGA	PIEDRA GRANDE	1.90	0.619	CAFÉ	784375.298	714252.231	1245.44
LM21	LA MAICA	Q. LAS MINAS	JOSE HERNEY TRUJILLO GUAMANGA	EL COLIBRI	1.90	0.619	CAFÉ	784369.127	713742.189	1110.44
LM22	LA MAICA	Q. LAS MINAS	JOSE NEICER SCARPETTA MAZABEL	LA MAICA	0.50	0.200	CAFÉ	784095.208	714611.036	1382.31
LM23	LA MAICA	Q. LAS MINAS	LEONEL MAZABEL MUÑOZ	LAS MINAS	1.00	0.326	LULO, CAFÉ	784452.595	714664.825	1289.44
LM24	LA MAICA	Q. LAS MINAS	LUIS ANGEL MOTTA STERLING	EL PINO	1.50	0.489	CACAO, PLATANO	784415.906	713764.262	1117.75
LM25	LA MAICA	Q. LAS MINAS	MARIA INES CABRERA	LOS MANDARINOS	1.90	0.619	CAFÉ	784564.176	713949.961	1175.63
LM26	LA MAICA	Q. LAS MINAS	ROSALBA TRUJILLO GUAMANGA	LAS GOTERAS	2.00	0.652	CAFÉ	784809.895	713705.157	1101.87
LM27	LA MAICA	Q. LAS MINAS	MOISES HOYOS	LA ESPERANZA	2.00	0.652	CAFÉ	784542.936	713873.644	1154.43
LM28	LA MAICA	Q. LAS MINAS	OVIDIO ARTUNDUAGA BERMEO	EL TRIANGULO	0.75	0.245	CAFÉ, PLATANO	784578.656	713957.688	1177.34
LM29	LA MAICA	Q. LAS MINAS	OVIDIO ARTUNDUAGA BERMEO	LA ESPERANZA	1.50	0.489	CAFÉ, PLATANO, YUCA Y MAIZ	784814.253	713625.491	1078.61
LM30	LA MAICA	Q. LAS MINAS	PABLO ARTUNDUAGA MAZABEL	EL MIRADOR	1.00	0.326	CAFÉ	784344.259	714361.801	1267.81
LM31	LA MAICA	Q. LAS MINAS	PABLO ARTUNDUAGA MAZABEL	PORVENIR	2.00	0.652	CAFÉ Y PASTO	784389.308	714800.987	1319.35
LM32	LA MAICA	Q. LAS MINAS	ROBERT MOLINA TRUJILLO	LA PEDRERA	1.90	0.619	CAFÉ	784852.261	713761.533	1113.3
LM33	LA MAICA	Q. LAS MINAS	ROBINSON FLOREZ MAZABEL	EL PUNTO	0.25	0.200	CAFÉ	784014.779	714374.363	1349.38

CODIGO PREDIO	VEREDA	FUENTE ABASTECIMIENTO	USUARIO	FINCA	AREA BENEFICIARIA (HAS)	DEMANDA ASIGNADA (LPS)	USO DEL SUELO	ESTE	NORTE	ELEV
LM34	LA MAICA	Q. LAS MINAS	ROSA ENELIA MAZABEL	LA MAICA	2.00	0.652	CAFÉ	784034.785	714347.785	1335.33
LM35	LA MAICA	Q. LAS MINAS	ROSA ENELIA MAZABEL	SOLEDAD	1.00	0.326	CAFÉ	784461.075	714306.342	1247.7
LM36	LA MAICA	Q. LAS MINAS	ROSALBA STERLING MOTTA	LA ESTRELLA	2.00	0.652	CAFÉ, PLATANO	783983.549	714322.399	1338.53
LM37	LA MAICA	Q. LAS MINAS	YANETH VARGAS ROJAS	EL PORVENIR	0.75	0.245	CAFÉ	784552.081	714076.104	1203.62
LM39	LA MAICA	Q. LAS MINAS	YOLANDA TOLEDO	EL GUAYABO	1.00	0.326	CAFÉ	784456.014	713792.98	1126.71
LM40	LA MAICA	Q. LAS MINAS	FABIO LOZANO CHAVARRO	LAS MINAS	1.00	0.326	CAFÉ	784525.679 8	714297.732 2	1233.25
SC02	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	ALBA NELLY TREJO	LA PEDREGOSA	1.90	0.619	CAFÉ	785341.824	714512.194	1322.13
SC03	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	ALBEIRO VALENZUELA GARRIDO	EL PLEITO	2.00	0.652	LULO, MAIZ Y CACAO	784922.849	714149.793	1217.21
SC04	SAN CIRO	Q. LAS MINAS	ALBEIRO VALENZUELA GARRIDO	AGUA BENDITA	1.00	0.326	LULO, CACAO	784917.2	714078.991	1195.75
SC05	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	ELIAS MAZABEL TRUJILLO	LA ESPERANZA	1.00	0.326	CAFÉ, PLATANO, YUCA Y MAIZ	785093.17	714156.23	1238.18
SC06	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	ANANIAS MASABEL	SAN JOSE	0.25	0.200	REPOLLO (HUERTA)	785206.68	714129.543	1246.33
SC07	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	APOLINAR TRUJILLO LONDOÑO	EL REMOLINO	2.00	0.652	CACAO, MAIZ	786144.409	714516.779	1194.57
SC08	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	ARACELY MUÑOZ SCARPETTA	LA PRADERA	1.00	0.326	CAFÉ Y PLATANO	785315.788	714146.01	1261.01
SC09	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	ARNULFO MAZABEL	ARGELIA	2.00	0.652	LULO, CAFÉ	786093.03	714368.583	1170.99
SC10	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	AUDIAS LOSADA	BUENOS AIRES	1.90	0.619	LULO	784993.328	714445.117	1276.59
SC11	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	AURORA TORREZ	EL HILO	0.25	0.200	CAFÉ Y PLATANO	785430.008	713777.447	1180.8
SC12	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	CARLOS BURBANO	EL TEBOL	1.00	0.326	CAFÉ Y PLATANO	784882.187	714592.399	1300.72
SC13	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	CARLOS ENRIQUE QUINAYAS	LAS DELICIAS	0.25	0.200	PANCOGER	785604.293	714313.84	1262.78
SC14	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	COLBERT RENE MENESES	LA HUERTA	0.50	0.200	CEBOLLA (HUERTA)	785237.929	714198.102	1259.93
SC15	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	DAGOBERTO ARTUNDUAGA	EL CACHINGO	0.50	0.200	CAFÉ	784879.561	714254.952	1233.89
SC16	SAN CIRO	Q. LAS MINAS	DAGOBERTO ARTUNDUAGA	EL GUINEO	2.00	0.652	CAFÉ Y MAIZ	785149.578	713849.693	1163.47
SC17	SAN CIRO	Q. LAS MINAS	DANIEL LOZANO CHAVARRO	EL PEDREGAL	1.90	0.619	CAFÉ	785318.818	713883.791	1198.16
SC18	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	EBARISTO TRUJILLO	EL MANGO	1.00	0.326	CAFÉ	785321.872	714584.133	1339.59
SC19	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	EDGAR MENESES TRUJILLO	CACHINGO	1.90	0.619	LULO	784858.682	714484	1278.34
SC20	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	EDGAR VALENZUELA	MIRADOR	1.50	0.489	CAFÉ Y PLATANO	785095.46	714210.441	1247.53
SC21	SAN CIRO	Q. LAS MINAS	EDGAR VALENZUELA	SAN JOSE	1.00	0.326	CAFÉ Y MAIZ	785434.423	713745.356	1173.02
SC22	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	EDILMA ROSA LONDOÑO DE TRUJILLO	EL DANUBIO	1.90	0.619	CAFÉ	785377.676	714707.983	1366.24
SC23	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	EDINSON VALENZUELA LOZANO	EL POIRA	1.90	0.619	CAFÉ Y PLATANO	785843.074	713849.982	1134.79
SC24	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	EDITH LOSADA TORRES	AGUA BENDITA	1.90	0.619	UVA, CAFÉ, PLATANO	785027.659	714295.713	1252.49
SC25	SAN CIRO	Q. LAS MINAS	ERSAY MOLINA MAZABEL	EL FRAYLE	2.00	0.652	YUCA Y PLATANO	785432.063	713631.401	1142.62
SC26	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	EVELIO MAZABEL MUÑOZ	EL POIRA	1.00	0.326	CAFÉ	785988.141	714154.068	1168.59
SC27	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	FABIO LOZANO CHAVARRO	LA ESPERANZA	1.00	0.326	CAFÉ	784807.229	714274.953	1229.86
SC28	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	FABIO LOZANO CHAVARRO	LAS PIÑUELAS	1.90	0.619	CAFÉ Y MAIZ	785628.513	714085.896	1224.3
SC29	SAN CIRO	Q. LAS MINAS	GUILLERMO DE JESUS ROJAS ABELLA	SAN ISIDRO	2.00	0.652	CACAO, PLATANO Y YUCA	785746.887	713462.859	1079.7
SC30	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	GUSTAVO TRUJILLO TRUJILLO	EL AGUILA	1.00	0.326	CAFÉ	785444.301	714569.605	1336.34
SC31	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	GUSTAVO TRUJILLO TRUJILLO	TRES ESQUINAS	1.00	0.326	MAIZ	785497.697	714539.67	1324.6
SC32	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	HERMIDEZ LOZANO CHAVARRO	AGUA BENDITA	0.50	0.200	MAIZ, CAFÉ	785310.037	713988.909	1223.07
SC33	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	HERMIDEZ LOZANO CHAVARRO	AGUA BENDITA	1.00	0.326	CAFÉ	785451.612	714162.445	1259.58
SC34	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	JAIR ROJAS TRUJILLO	EL TESORO	1.90	0.619	CAFÉ	786221.314	714599.667	1193.91
SC35	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	GEOMAR TRUJILLO	EL REMOLINO	2.00	0.652	CAFÉ, MAIZ	786225.511	714382.81	1124.35

CODIG O PREDI O	VEREDA	FUENTE ABASTECIMIEN TO	USUARIO	FINCA	AREA BENEFICIA R (HAS)	DEMANDA ASIGNAD A (LPS)	USO DEL SUELO	ESTE	NORTE	ELEV
SC36	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	JORGE ALIRIO OROZCO MENESES	LA AZULITA	1.50	0.489	MAIZ, CAFÉ	786275.871	714610.667	1181.85
SC37	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	JORGE TORRES CLAROS	EL CHORRO	0.25	0.200	PANCOGER	785494.124	714341.63	1276.18
SC38	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	JOSE ALEX VALENZUELA LOZANO	EL PEDREGAL	0.25	0.200	CAFÉ	785158.745	714070.961	1226.4
SC39	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	JOSE ALEX VALENZUELA LOZANO	SAN JOSE	1.50	0.489	CACAO, MAIZ Y PLATANO	785791.81	713800.255	1133.51
SC40	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	JOSE ALEX VALENZUELA LOZANO	EL LILO	1.00	0.326	CAFÉ Y PLATANO	785189.115	714337.565	1268.42
SC41	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	JOSE BERTULFO TRUJILLO	EL REMOLINO	2.00	0.652	CAFÉ	786206.792	714556.535	1189.63
SC42	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	JOSE NEICER SCARPETTA MAZABEL	LAS PIÑUELAS	0.50	0.200	CAFÉ	785434.813	714076.166	1247.43
SC43	SAN CIRO	Q. LAS MINAS	JUAN BAUTISTA MOSQUERA MOSTACILLA	LA ESPERANZA	1.00	0.326	PLATANO Y MAIZ	785316.1	713466.685	1054.35
SC44	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	LEONEL MAZABEL MUÑOZ	EL POIRA	0.50	0.200	LULO	785998.133	714131.928	1163.38
SC45	SAN CIRO	Q. LAS MINAS	LUIS ANGEL MOTTA STERLING	LAS MINAS	1.00	0.326	CAFÉ, MAIZ, FRIJOL Y PLATANO	784804.863	714156.571	1204.84
SC47	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	LUIS ANGEL MOTTA STERLING	LAS PIÑUELAS	1.00	0.326	CAFÉ	785467.116	714093.831	1247.77
SC48	SAN CIRO	Q. LAS MINAS	LUIS MUÑOZ SILVA	BUENAVISTA	2.00	0.652	CAFÉ, CACAO Y PLATANO	785535.598	713641.236	1150.6
SC49	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	EDID LOSADA TORRES	EL HILO	0.75	0.245	CAFÉ	785266.913	714233.472	1265.82
SC50	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	MARINA TRUJILLO	PEDREGAL	1.90	0.619	CAFÉ	785011.004	714332.244	1257.46
SC51	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	MAXIMILIANO TRUJILLO	EL CACHINGO	1.90	0.619	CAFÉ	784820.99	714614.599	1304.22
SC52	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	MAXIMILIANO TRUJILLO	EL PEDREGAL	1.00	0.326	CAFÉ	785193.186	714014.494	1217.8
SC54	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	MIGUEL SILVA P.	EL PARAISO	2.00	0.652	CACAO, CAFÉ, PLATANO Y CAÑA	785652.634	713772.759	1158.24
SC55	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	MIRIAN PLAZAS	EL LIMON	2.00	0.652	CAFÉ	786179.08	714655.036	1200.89
SC56	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	NEFTALI MOTTA	EL CACHINGO	2.00	0.652	CAFÉ	785004.708	714655.318	1320.98
SC57	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	ORLANDO CLAROS	LA FORTUNA	0.25	0.200	PANCOGER	785413.773	714169.128	1261.67
SC58	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	ORLANDO MACIAS HERNANDEZ	LOS NARANJOS	0.50	0.200	CAFÉ	785564.158	714261.887	1255.84
SC59	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	OSCAR TRUJILLO	EL TRIUNFO	1.90	0.619	CAFÉ, PLATANO Y MAIZ	785542.844	714122.507	1243.54
SC60	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	PEDRO PERDOMO ROBLES	LA AZULITA	1.50	0.489	CAFÉ, PLATANO, FRIJOL, FRUTALES	785945.176	714533.609	1243.69
SC61	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	PEDRO PERDOMO ROBLES	LAS PIÑUELAS	1.00	0.326	CAFÉ, PLATANO	785468.204	714072.808	1243.71
SC62	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	QUINQUILIANO CABRERA	BUENA VISTA	0.75	0.245	CAFÉ Y MAIZ	784746.352	714567.113	1290.23
SC63	SAN CIRO	Q. LAS MINAS	REINALDO SILVA VALENZUELA	EL GUAYABO	2.00	0.652	CAFÉ, PLATANO, MAIZ Y UVA	785374.199	713649.171	1134.95
SC64	SAN CIRO	Q. LAS MINAS	ROSALBA ESTERLIN MOTTA	EL FRAILE	0.25	0.200	CAFÉ Y PLATANO	785371.078	713833.942	1188.87
SC65	SAN CIRO	Q. LAS MINAS	ROSALBA ESTERLIN MOTTA	EL PEDREGAL	1.00	0.326	CAFÉ Y MAIZ	785353.134	713721.111	1154.49
SC66	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	MARIA SINFOROSA ROJAS DE MAZABEL	LAS PIÑUELAS	1.00	0.326	CAFÉ, PLATANO Y YUCA	785459.214	714000.903	1227.95
SC67	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	TERESA MAZABEL	LA MESITA	1.00	0.326	LULO	785957.551	714644.234	1251.03
SC68	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	MARIA RUBY VALENZUELA	PEDREGAL	1.50	0.489	POTRERO, CACAO, PAN COGER	785150.163 9	714096.097 6	1231.84
SC69	SAN CIRO	Q. LAS MINAS	PEDRONEL TRUJILLO LONDOÑO	LA VEGA	2.00	0.652	POTRERO, CACAO, PAN COGER	785692.373 6	713416.845 9	1074.82
SC70	SAN CIRO	Q.CAPARROSA	LUIS ALBER ARTUNDUAGA	BUENA VISTA	0.25	0.200	CEBOLLA, FRUTALES	785229.683 9	714202.672 9	1260.06
					<b>187.00</b>	<b>62.399</b>				

### 3.1.6.1 Cartografía y planos

Se elaboró toda la cartografía y planos del proyecto siguiendo los lineamientos de los términos de referencia (AIS 2009), georeferenciados con coordenadas planas de Gauss, Datum: Observatorio Astronómico de Bogotá, impresos a color. En la Tabla 8 se presenta el listado de planos del proyecto.

**Tabla 8. Lista de planos**

PLANO	ESCALA	No. De Planos
Localización General Del Proyecto áreas Del Proyecto	1:5000	1
Planta General Red De Conducción Y Distribución	1:5000	1
Planta Detallada Líneas De Conducción Y Distribución	1:2000	5
Detalles Constructivos Bocatoma- Desarenador Quebrada Las Minas	Indicada en plano	1
Detalles Constructivos Bocatoma- Desarenador Quebrada Caparrosa	Indicada en plano	1
Detalles Constructivos Cajillas, Anclajes, Cámaras De Quiebre	Indicada en plano	1
Detalles Constructivos Prediales	Indicada en plano	1

## 3.2 Diseño Hidráulico

### 3.2.1 *Diseño Hidráulico Conducción y Distribución*

El diseño de la red contempla el suministro de agua a 137 predios con áreas que oscilan entre  $\frac{1}{4}$  de Ha y 2 Has.

La unidad de riego a utilizar corresponde a un aspersor tipo Naan 427B AG, con presión de servicio igual a 22 psi (15.4mca) y caudal de 0.2 lps.

Con la información recopilada de campo y de los demás estudios realizados para el presente proyecto se realizaron los cálculos hidráulicos de la red de conducción y distribución; para lo cual se contó con la ayuda del programa de simulación y cálculo hidráulico **EPANET 2.0**, el cual se basa en la metodología de Hazen Williams, este es un programa de cálculo destinado a analizar el comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de distribución de agua a presión.

Una vez se determinó la mejor alternativa para la configuración y operación del sistema de conducción, distribución y suministro del recurso hídrico y realizados los cálculos hidráulicos, se seleccionaron los diámetros de las tuberías para cada uno de las líneas de conducción que conforman el proyecto, las longitudes, diámetro y RDE de tubería, dirección de flujo, identificación de nodos, diámetro y ubicación de válvulas doble propósito y de lavado se encuentran indicados en el Plano Detallado de la Red.

**Cálculos hidráulicos de la red:** Se realizaron simulaciones iterativas con Epanet, hasta llegar a obtener las condiciones hidráulicas deseables dentro de los parámetros definidos para el presente proyecto de riego.

### **3.3 Diseño De Las Obras**

#### **3.3.1 Obras de Captación, Conducción y Distribución**

##### **3.3.1.1 Captación de Fondo**

Debido a la disponibilidad de caudal en la zona se decidió construir una obra de toma en la quebrada Las Minas y evaluar la existente en la quebrada Caparrosa. A continuación se realiza la evaluación y diseño hidráulico y estructural de las obras

- **Bocatoma quebrada Las Minas**

La bocatoma tendrá un ancho de dique de 4.00 mts., y aletas aguas arriba de 1.5 metros de longitud y aguas abajo; las aguas se encauzan por medio de rocas naturales a lado y lado para que las crecidas normales pasen sin problema sobre ella; el caudal a captar es de 25 Lt/seg., pero por seguridad la bocatoma se diseñara para un caudal de 30 Lt/seg.

Para el diseño hidráulico se tuvo en cuenta la metodología de Materón y López Cualla. A continuación se describe el calculo hidráulico de la Bocatoma Las Minas.

Caudal máximo: 1 m<sup>3</sup>/seg.

Caudal mínimo aforado: 32.47 Lt/seg.

Caudal de diseño: 30 Lt/seg.

W = 4.0 m de garganta

b = 1.5 m (Se asume el ancho de la rejilla)

Caudal mínimo sobre la zona central de la rejilla

$$Q_1 = \frac{b}{W} * Q_{\min}$$

$$Q_1 = \frac{1.5}{4} * 0.032 = 0.0121 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Q<sub>Entrada</sub> = 0.0122 m<sup>3</sup>/seg.

Q<sub>Captación</sub> = 0.030 m<sup>3</sup>/seg

Q<sub>salida</sub> = 00 m<sup>3</sup>/seg.

Según Hernán Materón, cuando  $Q$  salida = 0, el valor de  $Q$  captación =  $Q$  entrada

Para el cálculo del vertedero se procede a determinar la altura crítica  $Y_c$

### Altura crítica

$$q1 = \frac{Q_E}{b} = \frac{0.030}{1.5} = 0.020 m^3 / seg \quad (\text{Caudal unitario})$$

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{q1^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{(0.020)^2}{9.81}} = 0.0344 m$$

### Energía específica mínima

$$E_{\min} = \frac{3Y_c}{2} = 0.05164 m$$

### Velocidad crítica

$$V_c = \sqrt{g * Y_c} = 0.5808 m / seg$$

### Cálculo del Perfil del Flujo Sobre la Rejilla

Lámina de agua para las condiciones máximas y mínimas

Caudal de diseño = 30 Lt/seg.

Longitud del dique  $W = 4.0$  mts

$$H = \left( \frac{Q_{\text{diseño}}}{1.84 * L} \right)^{2/3} = 0.026 m$$

- Corrección de la longitud de vertimiento

$n =$  contracciones laterales = 2

$$L' = L - 0.1 n H$$

$$L' = 3.99 m \approx 4.0 m$$

- Velocidad del agua al pasar sobre la rejilla

$$V_r = \frac{Q}{L * H} = 0.3 m / seg$$

López Cualla  $V_r$  debe estar comprendida entre 0.3 m/seg. y 3 m/seg.

### Cálculo de la Rejilla

- Alcance del filo superior =  $X_s$   
 $X_s = 0.36 V_r^{2/3} + 0.60 H^{4/7}$



$$X_s = 0.2 \text{ m}$$

- Alcance del filo inferior =  $X_i$

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

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

### Características De La Rejilla

Ø de Varillas de 3/8" = 0.95 cm; espaciamento entre barras = 2 cm

Si  $X = 1.5 \text{ m} = L$  rejilla

$$0.95 * n + 2.0 * (n + 1) = L \text{ en cm}$$

$$n = \frac{(L - \text{Espac.})}{(0.98 + \text{Espac.})} \text{ barras}$$

$$n = \frac{148}{3.0} = 50 \text{ barras}$$

$$50 \text{ barras} * 0.95 \text{ cm} = 64 \text{ cm}$$

$$51 \text{ Espacios} * 2.0 \text{ cm} = 102 \text{ cm}$$

$B =$  Ancho de la rejilla (m)

$$B = X_s + 0.10$$

$$B = 0.33 \text{ m}$$

Se adopta un 0.35 m de ancho de la rejilla

Se tiene:

$$a = \text{Separación entre barras en cm} = 2$$

$$\text{Ø} = \text{Diámetro de las barras en cm} = 0.95$$

$$B = \text{Ancho de la rejilla en m} = 0.35$$

$$N = \text{Número de orificios entre barrotes} = 51$$

$$A_{\text{neta}} = a * B * N$$

$$A_{\text{neta}} = 0.3 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{total}} = (a + b) * B * N$$

$$A_{\text{total}} = 0.50 \text{ m}^2$$

Lr = Longitud de la rejilla en metros

$$Lr = \frac{Aneta * (a + b)}{(a * b)}$$

$$Lr = 1.5m = 1.5 \text{ supuesto}$$

Vb = Velocidad entre barras máximas de 0.2 m/seg – Lopez Cualla

$$Vb = \frac{Q}{K * neta}$$

K = 0.9 para flujo paralelo a la sección

$$Q = 0.030 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Vb = 0.098 m/seg (Cumple la condición)

Dimensiones de la Rejilla

$$B = 0.33$$

$$L = 1.5 \text{ m}$$

Diseño del canal Recolector

$$Q = 0.030 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{Talud} = z = 0$$

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

$$\text{Pendiente} = 3\%$$

$$\text{Longitud} = 1.8 \text{ m (L rejilla + 0.3 de espesos del muro lateral)}$$

Cálculo de Yc

$$Yc = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g * b^2}} = \sqrt[3]{\frac{(0.030)^2}{9.8 * (0.35)^2}} = 0.09m$$

Velocidad critica

$$Vc = \sqrt{g * Yc} = 0.943m/\text{seg}$$

Cálculo de la lámina de Agua al final del Canal Recolector

Nivel de agua del canal recolector aguas abajo

$$H2 = 1.10 + Yc$$

$$H_2 = 0.10 \text{ m}$$

Cálculo de la lámina de agua al inicio del canal recolector

Nivel de agua del canal recolector aguas arriba

$$H_1 = \left[ \frac{2 Y_c^3}{H_2} + \left( H_2 - \frac{L S}{3} \right)^3 \right]^{1/2} - \frac{2}{3} L S = 0.11 \text{ m}$$

Fondo Aguas Arriba

$$H_o = H_1 + B L = 0.27 \text{ m}$$

Fondo Aguas Abajo

$$H_a = H_2 + (H_1 - H_2) + S * L + B L$$

$$H_a = 0.324$$

Verificación de las condiciones de flujo

La velocidad al final del canal recolector es

Canal recolector con:  $B = 0.35 \text{ m}$ ;  $H_2 = 0.10$

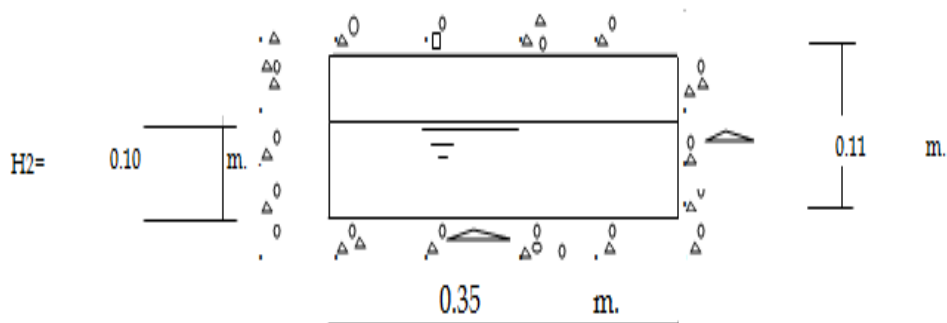
$$V_2 = \frac{Q}{A} = \frac{0.030 \text{ m}^3 / \text{seg}}{(0.35 * 0.10) \text{ m}^2}$$

$$V_2 = 0.86 \text{ m} / \text{seg}$$

$$V_2 < V_c$$

$$0.86 < 0.94$$

**Figura N° 2. Estudio Diseño de las Obras. Dimensionamiento del canal**



## Diseño de la cámara de recolección

- Dimensiones

$$X_s = 0.36 * (V_2)^{2/3} + 0.60 * (H_c)^{4/7}$$

a.  $X_s = 0.36 * (0.86)^{2/3} + 0.60 * (0.10)^{4/7}$   
 $X_s = 0.49m \approx 0.50m$

$$X_1 = 0.18 * (V_c)^{4/7} + 0.74 * (H_c)^{3/4}$$

b.  $X_1 = 0.18 * (0.94)^{4/7} + 0.74 * (0.10)^{3/4}$   
 $X_1 = 0.31m$

c. Ancho de la cámara =  $X_s + 0.30 = 0.79 m$

Para tener una fácil limpieza y acceso se adopta una cámara de recolección cuadrada de 1.5 m con borde libre de 0.15

## Cálculo de la altura de los muros de contención

Caudal máximo del río  $1 m^3/seg.$

Ecuación de Francis

$$Q = C * L * H^{2/3}$$

$$H = \left( \frac{1000}{1.8 * 4} \right)^{2/3} = 0.26m$$

Por seguridad los muros de contención se construirán de 0.5 m.

## Vertedero de excesos

Q excesos =  $0.005 m^3/seg.$

$$H_{exces} = \left( \frac{0.005}{1.84 * 1.5} \right)^{2/3} = 0.02m$$

$$V_{exces} = \frac{0.005}{0.015 * 1.5} = 0.22m / seg$$

$$X_s = 0.36 * (V_{exces})^{2/3} + 0.60 * (H_{exces})^{4/7}$$

$$X_s = 0.36 * (0.22)^{2/3} + 0.60 * (0.02)^{4/7}$$

$$X_s = 0.18m$$

$$B = X_s + 0.3 = 0.48$$

El vertedero de excesos estará colocado a 0.50 m de la pared de la cámara de recolección

### Cálculo del Aliviadero

Se diseñará un aliviadero tipo Standard WES con cara anterior vertical

Para cara anterior, pendiente vertical:

$$K = 2.0$$

$$n = 1.85$$

$$\text{Ecuación del Perfil: } X^{1.85} = 2 * Hd^{0.85} * Y$$

Ecuación para descarga: Para vertedero de cresta ancha.

$$Q_{m\acute{a}x} = 1m^3 / seg$$

L = 4.0 m Longitud de la cresta del vertedero

h = 1.2 m Altura adoptada del dique

$$Hd = \left( \frac{Q_{m\acute{a}x}}{1.84 * L} \right)^{2/3}$$

$$Hd = \left( \frac{1.0}{1.8 * 4.0} \right)^{2/3}$$

$$Hd = 0.26m$$

Se determina la relación  $h/Hd = 1.20/0.26 = 4.54 \gg 1.33$

Lo cual indica que el efecto de la velocidad es despreciable, o sea que  $H_e = Hd$

### Verificación de la velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{1.0}{4.0 * 0.26} = 0.95m / seg$$

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g * b^2}} = \sqrt[3]{\frac{(1.0)^2}{9.8 * (4.0)^2}} = 0.19m$$

$$V_c = \sqrt{g * Y_c} = 1.22m/seg$$

$$V < V_c$$

### Cálculo del perfil del aliviadero

#### Ecuación del perfil

$$X^{1.85} = 2.0 * Hd^{0.85} * Y$$

$$X^{1.85} = 2.0 * (0.26)^{0.85} * Y$$

$$X^{1.85} = 0.6364 * Y$$

$$Y = 1.5495 * X^{1.85}$$

X(m)	0	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8
Y(m)	0.000	0.022	0.046	0.079	0.119	0.167	0.222	0.284	0.354	0.430	0.513	0.602	0.698	0.801	0.910	1.025

La tabla anterior permite obtener la forma del aliviadero y el punto de tangencia  $x = 0.70$  m y  $Y = 0.801$  m.

### Diseño del pozo de amortiguación

$$V1 = \sqrt{2 * g * (Z - 0.5 * H)}$$

V1 = Velocidad en el pie de la presa m/seg

Z = Altura media

$$Z = h + Hd = 1.46 \text{ m}$$

H = Carga hidráulica sobre la creta en m.

$$V1 = \sqrt{19.6 * (1.46 - 0.5 * 0.26)}$$

$$V1 = 5.11m/seg$$

La altura del agua a la salida o pie de la presa es:

$$Y1 = \frac{Q_{máx}}{V1 * B}$$

$$Y1 = \frac{1.0}{5.11 * 4.0} = 0.049m$$

Cálculo del Número de Froude:

$$F1 = \frac{V1}{(g * Y1)^{1/2}}$$

$$F1 = \frac{5.11}{(9.8 * 0.049)^{1/2}} = 7.38$$

De la figura 56 del libro de Hernán Materón Relaciones analíticas entre F y h/Y1 (Foster y Skinde)

$$h/Y1 = 4.1 \text{ m}$$

$$h = 0.20 \text{ m (altura del diente dique)}$$

Cálculo de Y2:

$$2.667 * F1^2 \left( 1 + \frac{\left( \frac{h}{Y1} \right)}{\left( \frac{Y2}{Y1} \right)} \right) = \left( \frac{Y2}{Y1} - \frac{h}{Y1} \right)^3$$

$$2.667 * (7.38)^2 \left( 1 + \frac{0.20}{Y2} \right) = \left( \frac{Y2 - 0.20}{0.049} \right)^3$$

Resolviendo la ecuación por el método de tanteos, se tiene que  $Y2 = 0.489$  (Altura máxima del resalto en el pozo).

$$Y3 < \left( \left( \frac{2Y2 + h}{3} \right) \right)$$

$$Y3 < \frac{(2 * 0.489 + 0.20)}{3}$$

$$Y3 < 0.39 \text{ m}$$

El valor de Y3 varía entre  $(h < Y3 < Y2)$   $0.20 < Y3 < 0.489$

Se adopta el valor calculado  $Y3 = 0.39 \text{ m}$

Se calcula la longitud del pozo de amortiguamiento (L)

$$L = 5(h + y_3)$$

$$L = 5(0.20 + 0.39)$$

$$L = 2.97\text{m} \approx 3\text{m}$$

- **Bocatoma Quebrada Caparrosa**

Para la captación en esta quebrada se utilizará una obra de toma de un antiguo acueducto que no se está en funcionamiento. A esta bocatoma se le realiza la evaluación hidráulica para determinar si las dimensiones son las apropiadas para captar el caudal necesario 37.40Lt/seg. Se evaluó utilizando la metodología planteada por Hernán Materon, dando como resultado que las dimensiones con que actualmente cuenta la bocatoma cumplen las condiciones que se requieren.

- Rejilla: Ancho (B) = 0.38 m y Largo (L) = 0.80m.; Canal Colector: Ancho (B) = 0.38 m; Largo (L) = 1.3 m; Pendiente = 1%

La rejilla de la bocatoma se encuentra en mal estado, por tal razón se construirá una nueva con las mismas dimensiones (ancho = 0.38m y largo = 0.82 m), separación entre barras de 2 cm, con un diámetro de barras de 3/8"; también se realizará una rehabilitación de la bocatoma agregándole un pañete impermeabilizado y concreto en zonas donde presente erosión.



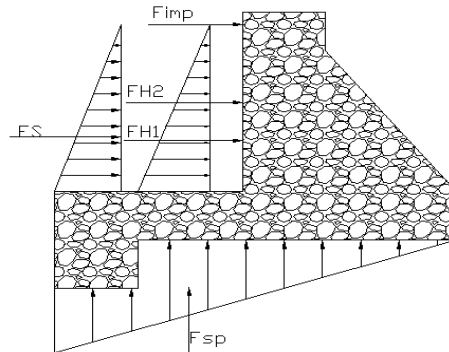
**Foto 1. Bocatoma Caparrosa**



- Cálculo Estructural Bocatoma Las Minas

En la figura 3 se muestran las fuerzas actuantes en la estructura de la bocatoma, las cuales se tienen en cuenta para el diseño de estabilidad de la estructura.

**Figura N° 3. Estudio Diseño de obras. Fuerzas externas que actúan en la estructura de la bocatoma de fondo.**



Fuerzas Actuantes:

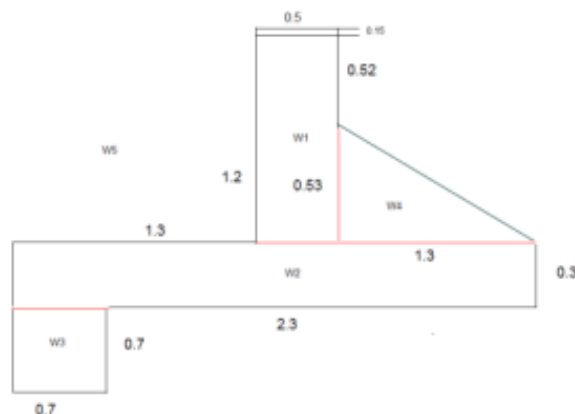
- FS = Fuerza debida a los sedimentos.
- FH1, FH2 = Fuerzas de empuje del agua.
- Fimp = Fuerza debida al impacto de los sólidos flotantes.
- Fsp = Fuerza de subpresión del agua.

Fuerzas Resistivas:

- W = Peso propio de la estructura
- Wa = Peso del agua sobre la pata del dique
- $\mu = 0.7$

El dique de la bocatoma de fondo se diseña con las dimensiones que se muestran en la figura 4:

**Figura N° 4. Estudio Diseño de obras. Dimensiones del Dique de la Bocatoma de Fondo.**



El resultado del análisis de las fuerzas externas se muestra en la siguiente tabla

**Tabla 9. Estudio Diseño de obras. Análisis de las fuerzas externas del dique**

FUERZAS	MAGNITUD (Kg)	DISTANCIAS (mt)	M. VOLC / TO (Kg - mt)	M. RES / CIA (Kg - mt)
F imp	101.94	1.50	152.91	
Fs	606.38	0.65	394.14	
FH1	551.25	0.65	358.31	
FH2	157.50	0.83	129.94	
	<b>1417.06</b>			
F sp	2250.00	2.00	<b>4500.00</b>	
			<b>5535.30</b>	
W1 =	1152.00	1.50		1728.00
W2 =	2160.00	1.50		3240.00
W3 =	1176.00	2.65		3116.40
W4 =	832.00	0.87		721.07
W5 =	1560.00	2.35		3666.00
	<b>6880.00</b>			<b>12471.47</b>

- Análisis de estabilidad

$$FS. = \frac{\sum MR}{\sum MV} \geq 2 = 2.25 \quad OK$$

Verificación de Volcamiento

Verificación de Deslizamiento

$$FS. = \frac{\mu^* \sum FV}{\sum FH} \geq 1.5 = 2.29 \quad OK$$

### Análisis de las Fuerzas Internas

Para analizar las fuerzas internas se divide la estructura en tres partes, asimilando cada una a una viga en voladizo, luego de calcular los momentos se concluye que los refuerzos son los mínimos requeridos para este tipo de estructura

- Elemento 1



### Diseño a flexión:

Se coloca la cuantía mínima  $\rho = 0.003$

$$As = \rho bd = 0.003 \times 100 \times 32 = 10.56 \text{ cm}^2$$

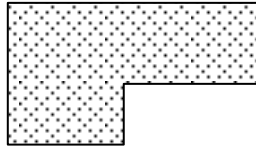
1 Varillas No. 4 a 12 cm son en total 33 varillas No. 4 espaciadas 12 cm.

### Acero para efectos de retracción y fraguado:

$$As = 0.0009 \times 40 \times 1.05 = 3.78$$

Se colocarán 3 varillas No 4 a 34 cm.

- Elemento 2



Diseño a flexión:

$$A_s = \int bd = 0.0033 \times 100 \times 22 = 7.26 \text{ cm}^2/\text{m}$$

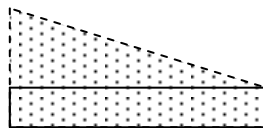
6 Varillas No. 4 a 17 cm ; son en total 23 varillas No. 4 espaciadas 17 m.

Por retracción y fraguado:

$$A_s = 0.0009 \times 30 \times 130 = 3.51$$

Se colocarán 5 varillas No 3 a 20 cm.

- Elemento 3



Se colocan los mismos refuerzos del elemento 2, así:

Diseño a flexión:

$$A_s = \int bd = 0.0033 \times 100 \times 22 = 7.26 \text{ cm}^2/\text{m}$$

6 Varillas No. 4 a 17 cm ; son en total 23 varillas No. 4 espaciadas 17 m.

Por retracción y fraguado:

$$A_s = 0.0009 \times 30 \times 130 = 3.51$$

Se colocarán 5 varillas No 3 a 20 cm.

Refuerzo para el dentellón

Cuantía mínima= 0.0033

b= 100 cm

d = 62 cm

$$A_s = \int bd = 0.0033 \times 100 \times 62 = 20.46 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se colocara 1 N° 5 cada 10 cm

### Refuerzo por temperatura

Longitudinalmente en cada cara;  $A_q = 70 \times 70 = 4900 \text{ cm}^2$   
 $A_s = 0.009 \times 4900 = 4.41 \text{ cm}^2$

Se usara 1 N° 4 espaciadas a 23 cm.

- Pozo de Amortiguación.

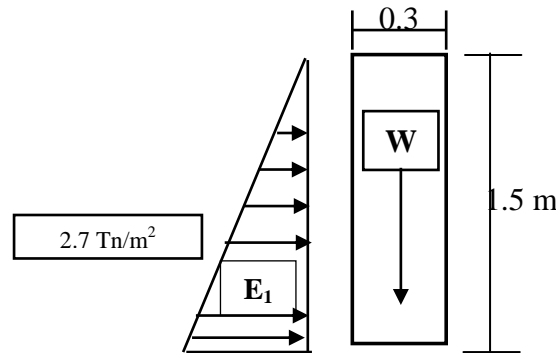
El pozo de amortiguación llevara 1 N° 4 cada 0.17 m y para refuerzo por retracción y fraguado llevara 1 N° 3 cada 0.20m

### Diseño de los Muros Laterales .

Estos muros encauzan el agua hacia la rejilla y protege los taludes, se diseñaron con dimensiones de 1.5 mts de alto x 4 mts de longitud + 1.5 mts de las aletas, con un ancho de 0.40 mts, estas dimensiones se pueden observar en los anexos de los planos de las obras hidráulicas.

Para el diseño de los muros laterales se considera el empuje del suelo activo sin ninguna otra acción que los contrarreste

**Figura N° 5. Estudio Diseño de obras. Empujes Actuantes en los Muros Laterales**



$E_1$  = Empuje de sedimentos

$W$  = Peso

$$M_a = \left\{ (2.7 * 1.5) * \left( \frac{1.5}{2} \right) * \left( \frac{2.0}{3} \right) * 1.0 \right\} - \left\{ 1.5 * 0.4 * 2.4 * \left( \frac{0.4}{2} \right) \right\}$$

$$M_a = 1.35675 \text{ Tn - m.} = 135.67 \text{ Ton - cm.}$$

$$M_u = M_a \times 1.8 \text{ (N.S.R, 98)}$$

$$Mu = 135.67 \text{ Ton} - \text{cm.} \times 1.80 = 244.21 \text{ Ton} - \text{cm.}$$

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

b = Ancho de la franja 100 cm

d = Altura efectiva de la viga 22 cm

$$K = \left( \frac{244.21 \text{ Ton} - \text{cm}}{100 \text{ cm} * (22 \text{ cm})^2} \right) = 0.00540 \text{ Tn/cm}^2$$

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

Se adopta  $\rho$  minima = 0.0033

Área de Refuerzo (  $A_s$  )

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0033 * 100 \text{ cm} * 22 \text{ cm}$$

$$A_s = 7.26 \text{ cm}^2 \longrightarrow 7 \text{ No } 5 @ 27 \text{ cm}$$

Son el total 26 varillas N° 5 cada 27 cm, para cada muro Hierro por Retracción y temperatura

$$\rho = 0.0020$$

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

$$A_s = 2.0 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 3 @ 35 \text{ cm}$$

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)

Se colocará 11 varillas N° 4 cada 0.18 cm, y para refuerzo por retracción y temperatura varillas N° 3 cada 35 cm

### 3.3.1.2 Desarenadores

#### **Cálculo Hidráulico del Desarenador quebrada Las Minas.**

Con el fin de evitar problemas de obstrucción de las líneas de conducción y Distribución o de las unidades de riego en los prediales del Distrito de Riego, se ha proyectado la construcción de un desarenador tipo convencional en la abscisa K0+045 del levantamiento topográfico, con coordenadas 784003.00 mE y 715432.00 mN y cota terreno 1434.79 m, ubicado en la quebrada Las Minas.

Condiciones de la tubería de entrada.

$$Q = 25 \text{ lts/seg}$$

Diámetro de la tubería a la llegada = Ø 6" PVC RDE 41 Unión mecánica

Condiciones de diseño del desarenador.

Remoción de partículas hasta 0.05 mm de diámetro menor que el resultado de granulometría por seguridad, ya que no cumplirá el tiempo de retención hidráulica que debe estar entre 0.5 hasta 5 horas, con un grado de remoción del 87.5%.

Temperatura	= 18 °C
Viscosidad cinemática	= 0.0096 cm <sup>2</sup> /sg
Grado del desarenador	n = 3
Relación longitud – ancho	= 4: 1

### **Cálculo de los parámetros de sedimentación.**

#### Velocidad de sedimentación de la partícula

$$V_s = \frac{g}{18} \times \frac{(p_s - p)}{u} \times d^2 = \frac{981}{18} \times \frac{(2.65 - 1.0)}{0.0106} \times (0.005)^2 = 0.234 \text{ cm / sg}$$

$d$  = diámetro partículas (0.005cm)

$p_s$  = Peso específico de la partícula (arenas = 2.65 gr / cn<sup>3</sup>)

$p$  = Peso específico del fluido (agua = 1gr / cn<sup>3</sup>)

$u$  = Viscosidad cinemática del fluido (0.0096cm<sup>2</sup> / sg), para 22° C

$g$  = Aceleración de la gravedad (9.81cm / seg)

#### Dimensiones

- Profundidad: Se asume H = 1.8 mts

Para n = 3 y remoción del 87.5%, el tiempo de retención debe ser mayor que el tiempo de sedimentación, para garantizar que se produzca la remoción esperada.

Tiempo que demora la partícula en caer al fondo

$$t = \frac{H}{V_s} = \frac{180}{0.234} = 768.64 \text{ sg}$$

### Tiempo de retención

$$\frac{\phi}{t} = 2.75$$

$\phi = \text{Periodo de retención}$

$t = \text{Tiempo de sedimentación}$

Luego el periodo de retención hidráulico será:

$$\phi = 2.75 \times t = 768.64 \times 320.28 = 2113.76 \text{ sg}$$

Tiempo de asentamiento = 0.587

Donde  $0.50 \leq 0.587 \leq 4$  horas.

### Capacidad (V) Volumen

$$V = \phi \times Qd = 2113.76 \times 0.025 = 52.84 \text{ m}^3$$

### Área superficial del tanque desarenador

$$A_s = \frac{V}{H} = \frac{52.84}{1.80} = 29.36 \text{ m}^2$$

### Longitud

$$L = 4b \quad A = L \cdot b = 4b \cdot b = 4b^2$$

$$B = \sqrt{\frac{A_s}{3}} = \sqrt{\frac{29.36}{4}} = 2.71 \approx 3 \text{ m}$$

$$L = 4 \times B = 4 \times 2.71 = 10.83 \approx 11.0 \text{ m}$$

Por construcción se adoptan las medidas B: 3.0 m y L: 11 m, las cuales cumplen con la condición de área.

### Área Longitudinal

$$AL = B \cdot L = 33 \text{ m}^2$$

Las dimensiones cumplen porque el área definitiva es superior al área inicialmente calculada.

Carga hidráulica superficial del tanque

$$q = \frac{Qd}{As} = \left( \frac{0.025}{33} \right) * 86400 = 65.45 \text{ m}^3 / \text{m}^2 - \text{dia}$$

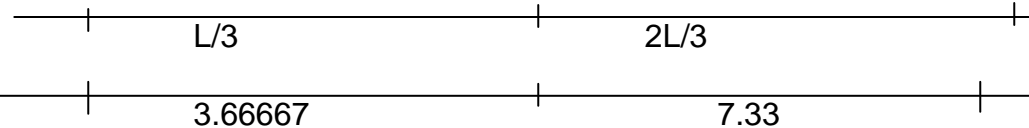
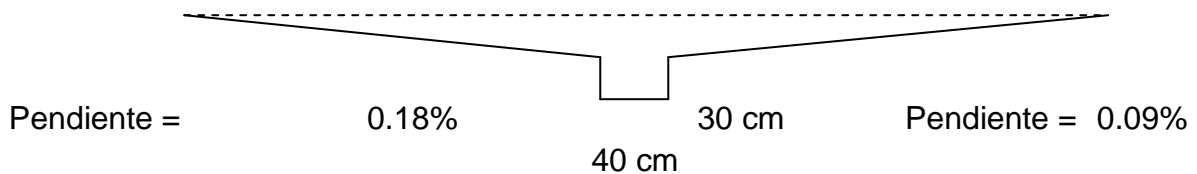
La carga hidráulica debe estar comprendida entre  $15 \leq CH \leq 80 \text{ m}^3/\text{m}^2 - \text{día}$

Cálculo del Volumen

$$Vd = 3 * 11 * 1.8 = 59.4 \text{mts}$$

VI = 20% del volumen de la zona de sedimentación

$$Vd = 11.9 \text{ m}^3$$



$$VI = 0.3 * 3.66667 * 0.4 + 0.4 * 3 * \frac{(0.40+11)*h*3/2}{2}$$

$$h = \frac{11.88}{11.04} = \frac{0.36}{3}$$

$$h = 0.67 \text{ m} = 0.67 \text{ m}$$

$$V_{\text{corregido}} = 11.82 \text{ m}^3$$

Diseño del vertedero de excesos

Ecuación de Hazen Williams.

$$Q = 0.2785 * C * D^{2.83} * J^{0.54}$$

Ecuación de Darcy Weisbach

$$hf = \frac{(L * V^2)}{(D * 2g)}$$

PVC Nuevo C = 150; diámetro = 6"

Cota de salida de la cámara de derivación = 1438.10 m



Abscisa = 45.0 m  
 Cota de entrada al desarenador = 1434.78 m

$$Q = 0.28785 * 150 * (0.0254 * 6)^{2.83} * \left( \frac{1438.1 - 1434.8}{45} \right)^{0.54}$$

$$Q = 0.051 \frac{m^3}{seg} = 51.497 \frac{Lit}{seg}$$

$$f = \left( \frac{1}{1.14 + 2 * \text{Log} \left( \frac{D}{e} \right)^2} \right)^2 = 0.0195$$

$$K = \frac{(8 * 0.0195)}{(6 * 0.0254)^5 * \pi^2 * 9.8} = 19.7 \text{ Ok}$$

$$Q = \sqrt{\frac{(1438.1 - 1434.8)}{19.7 * 45}} = 0.06125 \frac{m^3}{seg} = 65.26 \frac{Lit}{seg}$$

El vertedero de exceso se diseñará para el mayor caudal. Para ello se utiliza la fórmula de Francis

$$Q = C * L * H^{2/3} \quad \text{Asumiendo } H = 0.15 \text{ m}$$

$$L = \frac{0.051}{1.84 * 0.15^{3/2}} = 0.48 \text{ mt} = 0.50 \text{ mt}$$

### Diseño de la pantalla deflectora

Espesor de la pantalla = 0.08 m

H pantalla = H/2 = 0.9 m

Velocidad máxima del agua a través de los orificios de la pantalla.

V<sub>máx</sub> = 0.20 m/seg

Régimen lento = (Asumida)

$$\text{Área efectiva} \quad A_e = \frac{0.025 \frac{m^3}{seg}}{0.20 \frac{m}{seg}} = 0.125 m^2$$

Ubicación de la pantalla deflectora

$$L_p = \frac{L}{4} = 2.8 \text{ m} \approx 3 \text{ m}$$

Área de cada orificio:

Orificios cuadrados de 8 cm \* 8 cm

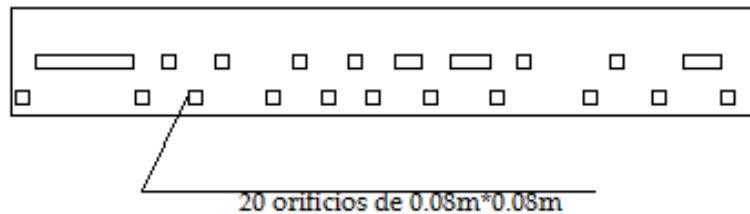
$$A_o = \text{lado} * \text{lado}$$

$$A_o = 0.006 \text{ m}^2$$

Cálculo del número de orificios

$$N = \frac{A_e}{A_o} = \frac{0.125}{0.006} = 20$$

**Figura N° 6. Estudio Diseño de obras. Diseño Pantalla Deflectora Desarenador Las Minas.**



Cámara de salida

Largo adoptado: 1.5 m

Ancho adoptado: 3m

Profundidad Mínima:  $H/3 = 1.8/3 = 0.6 \text{ m}$ .

Diseño del vertedero de salida

Se utiliza un vertedero a todo lo ancho del desarenador, diseñado a partir de la fórmula de Francis

$$Q_s = C * B * H^{3/2}$$

$$Q_s = \text{Caudal de diseño del desarenador } \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

$C$  = Coeficiente

$H$  = Carga sobre la cresta (m)

$B$  = Ancho del vertedero (m)

Asumiendo:  $B = 3 \text{ mts}$

$$H = \left( \frac{0.025}{1.84 * 3.0} \right)^{2/3} = 0.027 \text{ m}$$

## Zona de Salida

a. Ancho

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

$$X_s = 0.36 * (0.30)^{2/3} + 0.60 * (0.02)^{4/7}$$

$$X_s = 0.22 \Rightarrow L_v = 0.35m$$

Por seguridad se adopta un ancho de 0.7 m

Profundidad

$$H = 1.80 \text{ m} + 0.3 = 2.1$$

## Perfil Hidráulico

Las pérdidas de energía que se presentan en el desarenador son:

**a. Por cambio de sección a la entrada de la cámara de aquietamiento = H1**

$$H1 = V1^2 - V2^2 / 2g - K (V1^2 - V2^2) / 2g ; V1 = 1.37 \text{ m/seg}$$
$$V2 = 0.028 \text{ m/seg}; K = 0.1$$

$$H1 = 0.1 * \frac{(1.371)^2 - (0.028)^2}{2 * 9.81} = 0.01m$$

**b. Por cambio de sección al entrar al desarenador propiamente = H2**

$$H2 = V2^2 - V3^2 / 2g - K (V2^2 - V3^2) / 2g; V2 = 0.017 \text{ m/se}$$
$$V3 = 0.0046296 \text{ m/seg} \quad K = 0.1$$

$$H2 = 3.8274E - 06 \text{ m (despreciable).}$$

**c. Por paso debajo de la cortina inicial que funciona como un orificio sumergido = H3**

$$H3 = \frac{Q^2}{C^2 * A^2 * 2g} = \left( \frac{(0.025)^2}{1.84 * 3.0} \right)^{2/3} = 0.0274 \text{ m}$$

**d. Por caída después del vertedero se asume**

$$H4 = 0.1 \text{ m}$$

**e. Pérdida de carga local por entrada en el tubo**

$$H5 = 0.50 * \frac{V^2}{2 * g}$$

$$H5 = \frac{0.50}{2 * g} * \left(\frac{Q}{A}\right)^2 = \frac{0.50}{19.6} * \left(\frac{0.025}{0.018}\right)^2 = 0.048m$$

#### f. Pérdidas Totales (HT)

$$HT = H1 + H2 + H3 + H4 + H5$$

$$HT = 0.18 m$$

#### Desagüe del desarenador

El desagüe del desarenador se diseña en tubería de PVC D = 6"

#### Evaluación hidráulica del desarenador existente de la quebrada Caparrosa

- Condiciones del desarenador actual

Se evaluara con las condiciones mas criticas es decir con una remoción de partículas es de hasta 0.05mm de diámetro y grado de remoción del 75%

Temperatura = 22 °C  
 Viscosidad cinemática = 0.0096 cm<sup>2</sup>/sg  
 El desarenador tiene una profundidad de 1.80 m

El desarenador cumple con el tiempo de sedimentación

Con lo anterior se determina si las dimensiones actuales del desarenador tienen las medidas necesarias.

El desarenador actualmente tiene una longitud 8.5 m y un ancho de 2 m, lo cual significa que no tiene las medidas que se requieren para este caudal, por tal razón se debe construir otro desarenador.

#### Condiciones Hidráulicas del nuevo desarenador.

$$Q = 37.4 \text{ Lts/seg}$$

Diámetro de la tubería a la llegada = Ø 6" PVC RDE 41 Unión mecánica

Condiciones de diseño del desarenador.

Remoción de partículas hasta 0.05 mm de diámetro con un grado de remoción del 87.5%.

Temperatura	= 22 °C
Viscosidad cinemática	= 0.0096 cm <sup>2</sup> /sg
Grado del desarenador	n = 3
Relación longitud – ancho	= 4: 1

Calculo de los parámetros de sedimentación.

Velocidad de sedimentación de la partícula

$$V_s = \frac{g}{18} \times \frac{(p_s - p)}{u} \times d^2 = \frac{981}{18} \times \frac{(2.65 - 1.0)}{0.0106} \times (0.005)^2 = 0.234 \text{ cm / sg}$$

*d = diámetro partículas (0.005cm)*

*p<sub>s</sub> = Peso específico de la partícula (arenas = 2.65 gr / cn<sup>3</sup>)*

*p = Peso específico del fluido (agua = 1gr / cn<sup>3</sup>)*

*u = Viscosidad cinemática del fluido (0.0096cm<sup>2</sup> / sg), para 22° C*

*g = Aceleración de la gravedad (9.81cm/seg)*

Dimensiones

- Profundidad: Se asume H = 1.8 mts

Para n = 3 y remoción del 87.5%, el tiempo de retención debe ser mayor que el tiempo de sedimentación, para garantizar que se produzca la remoción esperada.

Tiempo que demora la partícula en caer al fondo

$$t = \frac{H}{V_s} = \frac{180}{0.234} = 768.64 \text{ sg}$$

Tiempo de retención

$$\frac{\phi}{t} = 2.75 \qquad \phi = \text{Periodo de retención}$$

$$t = \text{Tiempo de sedimentación}$$

Luego el periodo de retención hidráulico será:

$$\phi = 2.75 \times t = 768.64 \times 320.28 = 2113.76 \text{ sg}$$

Tiempo de asentamiento = 0.587

Donde  $0.50 \leq 0.587 \leq 4$  horas.

### Capacidad (V) Volumen

$$V = \phi \times Qd = 2113.76 \times 0.0374 = 79.05 \text{ m}^3$$

### Área superficial del tanque desarenador

$$A_s = \frac{V}{H} = \frac{79.05}{1.80} = 43.92 \text{ m}^2$$

### Superficie requerida en el desarenador (Ar)

$$A_r = \frac{0.0374}{0.0023} = 15.97 \text{ m}^2$$

### Longitud

$$L = 4b \quad A = L \cdot b = 4b \cdot b = 4b^2$$

$$B = \sqrt{\frac{A_s}{4}} = \sqrt{\frac{43.92}{4}} = 3.31 \approx 3.5 \text{ m}$$

$$L = 4 \times B = 4 \times 2.71 = 13.25 \approx 13.5 \text{ m}$$

Por construcción se adoptan las medidas B: 3.5 m y L: 13.5 m, las cuales cumplen con la condición de área.

### Área Longitudinal

$$AL = B \cdot L = 47.25 \text{ m}^2$$

Las dimensiones cumplen porque el área definitiva es superior al área inicialmente calculada.

### Carga hidráulica superficial del tanque

$$q = \frac{Qd}{A_s} = \left( \frac{0.0374}{47.25} \right) * 86400 = 68.39 \text{ m}^3 / \text{m}^2 - \text{día}$$

La carga hidráulica debe estar comprendida entre  $15 \leq CH \leq 80 \text{ m}^3/\text{m}^2 - \text{día}$

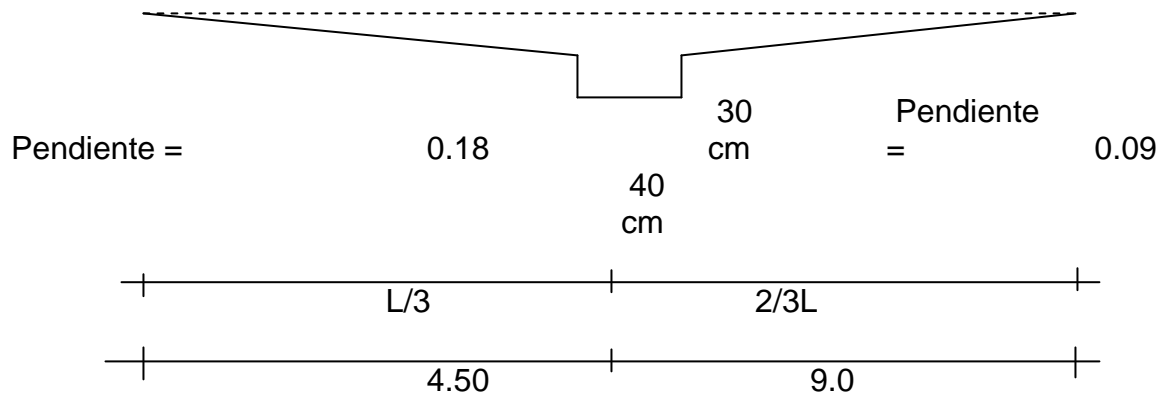
### Cálculo del Volumen

$$Vd = 3.5 * 13.5 * 1.8 = 85.05 \text{ mts}$$

### Dimensionamiento de la zona de lodos

VI = 20% del volumen de la zona de sedimentación

Vd = 17.01 m<sup>3</sup>



$$VI = 0.30 * 0.4 * 3.50 + (0.40 + 13.5) * h * 3/2$$

$$h = \frac{17.01 - 0.42 * 2.00}{13.90 + 3.00}$$

$$h = 0.80 \text{ m} = 0.80 \text{ m}$$

$$V_{\text{corregido}} = 19.88 \text{ m}^3$$

### Diseño del vertedero de excesos

Ecuación de Hazen Williams.

$$Q = 0.2785 * C * D^{2.83} * J^{0.54}$$

Ecuación de Darcy Weisbach

$$h_f = \frac{(L * V^2)}{(D * 2g)}$$

PVC Nuevo C = 150; diámetro = 6"

Cota de salida de la cámara de derivación = 1565 m

Abscisa = 38.47 m

Cota de entrada al desarenador = 1563.70 m

$$Q = 0.28785 * 150 * (0.0254 * 6)^{2.83} * \left( \frac{1565 - 1563.70}{38.47} \right)^{0.54}$$

$$Q = 0.034 \text{ m}^3 / \text{seg} = 33.78 \text{ Lit} / \text{seg}$$

$$f = \left( \frac{1}{1.14 + 2 * \text{Log} \left( \frac{D}{e} \right)^2} \right)^2 = 0.0195$$

$$K = \frac{(8 * 0.0195)}{(6 * 0.0254)^5 * \pi^2 * 9.8} = 19.7 \text{ Ok}$$

$$Q = \sqrt{\frac{(1565 - 1563.70)}{19.7 * 38.47}} = 0.0415 \text{ m}^3 / \text{seg} = 41.5 \text{ Lit} / \text{seg}$$

El vertedero de exceso se diseñará para el mayor caudal. Para ello se utiliza la fórmula de Francis

$$Q = C * L * H^{2/3} \quad \text{Asumiendo } H = 0.15 \text{ m}$$

$$L = \frac{0.034}{1.84 * 0.15^{3/2}} = 0.32 \text{ mt} = \text{por seguridad se adopta } 0.50 \text{ mt}$$

### Diseño de la pantalla deflectora

Espesor de la pantalla = 0.08 m

H pantalla = H/2 = 0.9 M

Velocidad máxima del agua através de los orificios de la pantalla.

V<sub>máx</sub> = 0.20 m/seg

Régimen lento = (Asumida)

$$\text{Área efectiva} \quad A_e = \frac{0.037 \text{ m}^3 / \text{seg}}{0.20 \text{ m} / \text{seg}} = 0.19 \text{ m}^2$$

Ubicación de la pantalla deflectora

$$L_p = \frac{L}{4} = 2.75 \text{ m} \approx 2.8 \text{ m}$$

Área de cada orificio:

Orificios cuadrados de 8 cm \* 8 cm

$A_o = \text{lado} * \text{lado}$

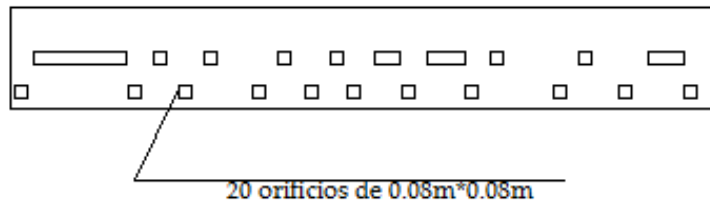
$$A_o = 0.006 \text{ m}^2$$



Cálculo del número de orificios

$$N = \frac{Ae}{Ao} = \frac{0.125}{0.006} = 20$$

**Figura N° 7. Estudio Diseño de obras. Diseño Pantalla Deflectora Desarenador Caparrosa**



Cámara de salida

Largo adoptado: 1.5 m

Ancho adoptado: 3.5m

Profundidad Mínima:  $H/3 = 1.8/3 = 0.6$  m.

Diseño del vertedero de salida

Se utiliza un vertedero a todo lo ancho del desarenador, diseñado a partir de la fórmula de Francis,

$$Q_s = C * B * H^{3/2}$$

$$Q_s = \text{Caudal de diseño del desarenador } m^3 / \text{seg}$$

$C =$  Coeficiente

$H =$  Carga sobre la cresta (m)

Asumiendo:  $B = 3.5$   $B =$  Ancho del vertedero (m) mts

$$H = \left( \frac{0.0374}{1.84 * 3.5} \right)^{2/3} = 0.032m$$

$$V_v = \left( \frac{0.0374}{3.5 * 0.032} \right) = 0.33m$$

Zona de Salida

a. Ancho

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

$$X_s = 0.36 * (0.33)^{2/3} + 0.60 * (0.032)^{4/7}$$

$$X_s = 0.26 \Rightarrow L_v = 0.40m$$

Profundidad

$$H = 1.80 \text{ m} + 0.3 = 2.1$$

Pantalla de salida

Profundidad	= H/2	= 0.9 m
Distancia al vertedero de salida	= 15 H <sub>v</sub>	= 0.48 m
Pantalla de entrada		
Profundidad	= H/2	= 0.9 m
Distancia a la cámara de aquietamiento	= L/4	= 3.5 m
Almacenamiento de lodos		
Profundidad máxima	= 0.4 m	
Distancia pto. de salida a la cámara de aquietamiento	= L/3	= 4.5 m
Distancia pto. de salida al vertedero de salida	= 2L/3	= 9 m
Cámara de aquietamiento		
Profundidad	= H/3	= 0.6 m
Ancho	= 3.5	
Largo	= 1.5 m	

### Perfil Hidráulico

Las pérdidas de energía que se presentan en el desarenador son:

**a. Por cambio de sección a la entrada de la cámara de aquietamiento = H1**

$$H1 = V1^2 - V2^2 / 2g - K (V1^2 - V2^2) / 2g ; \quad V1 = 2.05 \text{ m/seg}$$

$$V2 = 0.04 \text{ m/seg}; K = 0.1$$

$$H1 = 0.1 * \frac{(2.05)^2 - (0.04)^2}{2 * 9.81} = 0.02m$$

**b. Por cambio de sección al entrar al desarenador propiamente = H2**

$$H2 = V2^2 - V3^2 / 2g - K (V2^2 - V3^2) / 2g; \quad V2 = 0.04 \text{ m/se}$$

$$V3 = 0.01 \text{ m/seg} \quad K = 0.1$$

$$H2 = 0.00000006 \text{ m (despreciable).}$$

c. Por paso debajo de la cortina inicial que funciona como un orificio sumergido = H3

$$H3 = \frac{Q^2}{C^2 * A^2 * 2g} = \left( \frac{(0.025)^2}{1.84 * 3.0} \right)^{2/3} = 0.03 \text{ m}$$

d. Por caída después del vertedero se asume

$$H4 = 0.1 \text{ m}$$

e. Pérdida de carga local por entrada en el tubo

$$H5 = 0.50 * \frac{V^2}{2 * g}$$

$$H5 = \frac{0.50}{2 * g} * \left( \frac{Q}{A} \right)^2 = \frac{0.50}{19.6} * \left( \frac{0.0374}{0.02} \right)^2 = 0.11 \text{ m}$$

f. Pérdidas Totales (HT)

$$HT = H1 + H2 + H3 + H4 + H5$$

$$HT = 0.26 \text{ m}$$

**Desagüe del desarenador**

El desagüe del desarenador se diseña en tubería de PVC D = 6"

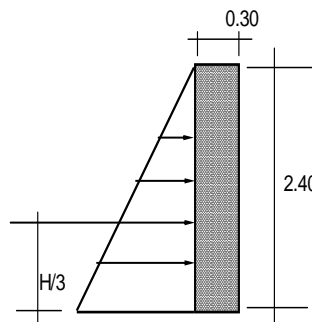
### Cálculo Estructural del Desarenador Las Minas

Como el tanque se construirá semienterrado, el caso crítico para el cálculo estructural se realizará para tanque vacío.

Muros:

*Figura N° 8. Estudio Diseño de obras. Empujes Actuantes en los muros del desarenador*

$$\gamma_s = 1.8 \text{ (asumido)}$$



$$Ma = \left\{ (1.8 * 2.4) * \left( \frac{2.4}{2} \right) * \left( \frac{2.4}{3} \right) * 1.0 \right\} - \left\{ 2.4 * 0.30 * 2.4 * \left( \frac{0.30}{2} \right) \right\}$$

**MC = 3.5424 Tn – m. = 354.24 Ton – cm.**

Mu = MA x 1.8 (N.S.R, 98)

**Mu = 354.24 Ton – cm. X 1.80 = 637.63 Ton – cm.**

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

b = Ancho de la franja 100 cm

d = Altura efectiva de la viga 22 cm

$$K = \left( \frac{423.36 \text{ Ton - cm}}{100 \text{ cm} * (22 \text{ cm})^2} \right) = 0.01317 \text{ Tn/cm}^2$$

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

$\rho = 0.0040$

Área de Refuerzo (As)

$As = \rho * b * d = 0.0040 * 100 \text{ cm} * 22 \text{ cm}$

$As = 8.8 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 4 @ 14 \text{ cm}$

Hierro por Retracción y temperatura

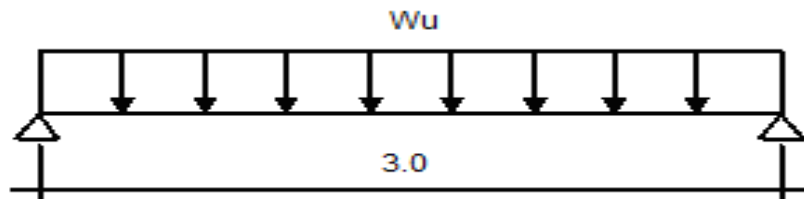
$\rho = 0.0020$

$As = \rho * b * d = 0.0020 * 100 \text{ cm} * 22 \text{ cm}$

$As = 4.4 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 3 @ 16 \text{ cm}$

Placa de fondo:

**Figura N° 9. Estudio Diseño de obras. Diseño de la placa de fondo (Viga simplemente apoyada).**



Cargas Actuantes

Peso propio de muros:  $28.0 \times 0.30 \times 2.40 \times 2.4 = 48.384 \text{ tn}$

Peso pantallas son 2	0.9	x	0.08	x	3.00	x	2.4	=	1.0368	tn
Peso prop. placa de fondo:	3.6	x	11.60	x	0.30	x	2.4	=	30.0672	tn
									<b>79.49</b>	tn

$$\sigma_n = \frac{W_{total}}{Area} = 1.90 \text{ tn/m}^2$$

Se toma una franja unitaria de 1 m de ancho, se tiene:

$$W_{ult.} = 1.90 \text{ tn/ml} * 1.8 = 3.43 \text{ tn/ml}$$

$$Mult \text{ ext} = \frac{W_{ult.} * L^2}{8} = 5.55 \text{ tn - m}$$

$$d = 30 - 4 = 26$$

$$K = \frac{Mult \text{ ext}}{b * d^2} = 0.0082 \quad \sigma = 0.0025$$

$$\sigma < \sigma \text{ m\u00edn para } f_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{y } f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{As\u00ed, } \delta = 0.0033$$

$$A_s = \delta * b * d$$

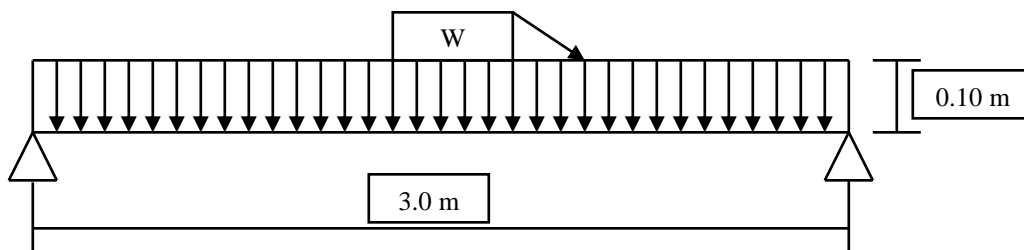
$$A_s = 0.0033 * 100 * 26 = 8.58 \text{ cm}^2$$

1 N\u00b0 4 cada 15 cm en ambos sentidos;  $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Dise\u00f1o de la placa de cubierta

Se calcula como una viga simplemente apoyada

**Figura N\u00b0 10. Estudio Dise\u00f1o de obras. Dise\u00f1o de la placa de cubierta**



$$\text{Carga Muerta} = (Wm)$$

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

Carga Viva = ( Wi) Wi = 0.30 Tn/ml

Carga de Diseño

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

$$W = 1.4 * 0.24 + 1.7 * 0.3$$

$$W = 0.846 \text{ Tn - m} = 84.6 \text{ Tn - cm}$$

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

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

$$M_{max} = \left( \frac{0.846 \frac{\text{Ton}}{\text{ml}} * (3 \frac{\text{Ton}}{\text{ml}})^2}{8} \right)$$

$$M_{max} = 95.18 \text{ Tn - cm}$$

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

b = Ancho de la franja 100 cm

d = Altura efectiva de la viga 16 cm

$$K = \left( \frac{95.18 \text{ Ton - cm}}{100 \text{ cm} * (8 \text{ cm})^2} \right) = 0.01487 \text{ Tn/cm}^2$$

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

$$\rho = 0.0040$$

Área de Refuerzo ( As)

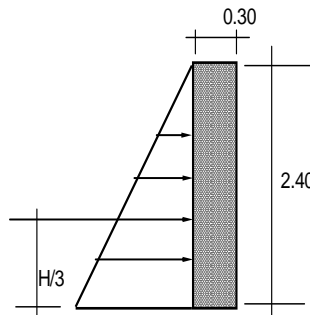
$$As = \rho * b * d = 0.0040 * 100 \text{ cm} * 10 \text{ cm}$$

$$As = 4.0 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 3 @ 18 \text{ cm; Transversal y longitudinal}$$

### Cálculo Estructural del Desarenador Caparrosa

Como el tanque se construirá semienterrado, el caso crítico para el cálculo estructural se realizará para tanque vacío.

Muros:



$$s = 1.8 \text{ (asumido)}$$

$$M_a = \left\{ (1.8 * 2.4) * \left( \frac{2.4}{2} \right) * \left( \frac{2.4}{3} \right) * 1.0 \right\} - \left\{ 2.4 * 0.30 * 2.4 * \left( \frac{0.30}{2} \right) \right\}$$

$$MC = 3.5424 \text{ Tn} - \text{m.} = 354.24 \text{ Ton} - \text{cm.}$$

$$M_u = MA \times 1.8 \text{ (N.S.R, 98)}$$

$$M_u = 354.24 \text{ Ton} - \text{cm.} \times 1.80 = 637.63 \text{ Ton} - \text{cm.}$$

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

b = Ancho de la franja 100 cm

d = Altura efectiva de la viga 22 cm

$$K = \left( \frac{423.36 \text{ Ton} - \text{cm}}{100 \text{ cm} * (22 \text{ cm})^2} \right) = 0.01317 \text{ Tn/cm}^2$$

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

$$\rho = 0.0040$$

Área de Refuerzo (  $A_s$  )

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0040 * 100 \text{ cm} * 22 \text{ cm}$$

$$A_s = 8.8 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 4 @ 14 \text{ cm}$$

Hierro por Retracción y temperatura

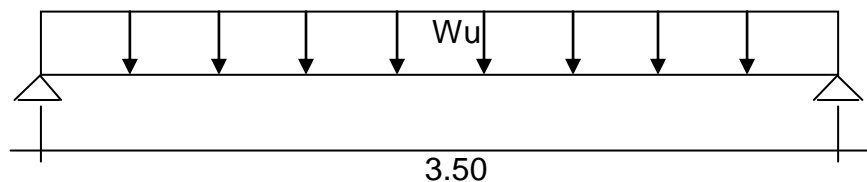
$$\rho = 0.0020$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0020 * 100 \text{ cm} * 22 \text{ cm}$$

$$A_s = 4.4 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 3 @ 16 \text{ cm}$$

Placa de fondo:

Viga simplemente apoyada.



Cargas Actuales

Peso propio de muros:	34.0	x	0.30	x	2.40	x	2.4	=	58.752	tn
Peso pantallas son 2	0.9	x	0.08	x	3.50	x	2.4	=	1.2096	tn
Peso prop. placa de fondo:	4.1	x	14.10	x	0.30	x	2.4	=	41.6232	tn
									<b>101.58</b>	tn

$$\sigma_n = \frac{W_{total}}{Area} = 1.76 \text{ tn/m}^2$$

Se toma una franja unitaria de 1 m de ancho, se tiene:

$$W_{ult.} = 1.76 \text{ tn/ml} * 1.8 = 3.16 \text{ tn/ml}$$

$$Mult \text{ ext} = \frac{W_{ult} * L^2}{8} = 6.65 \text{ tn - m}$$

$$d = 30 - 4 = 26$$

$$K = \frac{Mult \text{ ext}}{b * d^2} = 0.0098 \quad \sigma = 0.0025$$

$$\sigma < \sigma \text{ mín para } f_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{y } f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

Así,  $\delta = 0.0033$

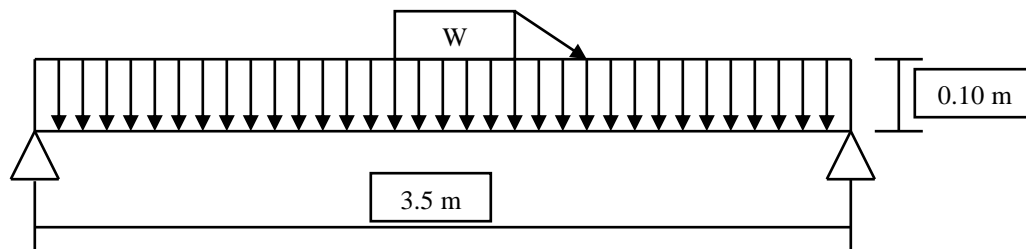
$$A_s = \delta * b * d$$

$$A_s = 0.0033 * 100 * 26 = 8.58 \text{ cm}^2$$

1 N° 4 cada 15 cm en ambos sentidos;  $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

### Diseño de la placa de cubierta

Se calcula como una viga simplemente apoyada



Carga Muerta = (  $W_m$  )

$$W_m = 2.40 * 0.10 * 1.0 = 0.24 \text{ Tn/ml}$$

Carga Viva = (  $W_i$  )



$$W_i = 0.30 \text{ Tn/ml}$$

Carga de Diseño

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

$$W = 1.4 * 0.24 + 1.7 * 0.3$$

$$W = 0.846 \text{ Tn - m} = 84.6 \text{ Tn - cm}$$

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

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

$$M_{max} = \left( \frac{0.846 \frac{\text{Ton}}{\text{ml}} * (3.5 \frac{\text{Ton}}{\text{ml}})^2}{8} \right)$$

$$M_{max} = 129.54 \text{ Tn - cm}$$

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

b = Ancho de la franja 100 cm

d = Altura efectiva de la viga 16 cm

$$K = \left( \frac{129.54 \text{ Ton - cm}}{100 \text{ cm} * (8 \text{ cm})^2} \right) = 0.0202 \text{ Tn/cm}^2$$

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

$$\rho = 0.0060$$

Área de Refuerzo (  $A_s$  )

$$A_s = \rho * b * d = 0.0060 * 100 \text{ cm} * 16 \text{ cm}$$

$$A_s = 6 \text{ cm}^2 \longrightarrow 1 \text{ No } 3 @ 12 \text{ cm; Transversal y longitudinal}$$

### 3.3.1.3 Anclajes para Tubería en Cambios de Dirección:

En algunos puntos críticos donde se ubican los codos, y las válvulas, se presentan curvas horizontales y verticales que generan empujes sobre la tubería, para contrarrestar estos empujes y evitar colapsos y desprendimientos en los accesorios de la tubería se diseñan anclajes en concreto ciclópeo.

### 3.3.1.4 Encofrados para protección de Tubería:

En un proyecto hidráulico se diseñan y se construyen encofrados para proteger la tubería PVC en el cruce sobre drenajes naturales; para este diseño se tuvo en cuenta el diámetro de la tubería y el recubrimiento necesario para evitar daños en la misma. En estos encofrados el tubo se recubre inicialmente con malla de pañete para que el concreto se adhiera al PVC, luego se realiza el figurado del hierro y finalmente se funde, en la siguiente tabla 10 se presentan los encofrados tipo y en los planos los detalles de construcción.

**Tabla 10. Dimensiones de Encofrados Tipo**

DIMENSION DE ENCOFRADOS TIPO					
ENCOFRADO TIPO	DIAMETRO	ANCHO (m)	ALTO (m)	CANTIDAD CONCRETO POR METRO (m <sup>3</sup> )	CANTIDAD HIERRO POR METRO (Kg)
1	6"	0.35	0.35	0.11	4.12

### 3.3.1.5 Diseño Pasos Elevados:

En la alineación de la tubería principal se ubica un paso en viaducto en la abscisa K0+180 hasta K0+240 sobre un drenaje natural con una longitud de 120 m, sobre este viaducto pasara una tubería de PVC de 6" RDE 51, se utilizara cable de 3/4" para sujeción principal y cortavientos y péndolas en de 1/2" y perros de sujeción, cuenta con muertos de 1.5m x 1.5m x 1.5m.

### 3.3.1.6 Cámaras de Quiebre de Presión:

La ubicación de los futuros usuarios del Distrito de Riego hace que el trazado de las tuberías de conducción y distribución atravesase por zonas de topografía bastante escarpada, pensando en la economía del proyecto en el momento de la selección de los RDE de la tubería que puedan soportar las altas presiones presentadas, se diseñan cámaras de quiebre las cuales tiene como propósito disipar la energía y disminuir las presiones estáticas. La metodología para su diseño es la planteada por Corcho quien expone una experimentación realizada sobre un modelo construido en el Laboratorio de Hidráulica de la Universidad de Medellín basado en similitud geométrica y similitud de froude, aplicada al caudal, la presión y las velocidades. Se evaluaron 25 cámaras de quiebre de presión sobre el mismo modelo y se obtuvieron los resultados presentados en la siguiente tabla, de estos solo cinco (5) (Tipos del 1 al 5) se adaptan a las necesidades del Distrito de Riego.

**Tabla 11. Características de las Cámaras de Quiebre de Presión**

TANQUE	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO4	TIPO 5
Caudal Máximo	42	25	17	7,5	4.50
Cabeza de Presión Máxima (c.m.a.)	140	140	140	70	70.00
L(m)	1,40	1,20	1,00	0,70	0.60
a(m)	1,00	1,00	1,00	0,50	0.50
b(m)	0,80	0,60	0,40	0,40	0.30
c(m)	0,50	0,50	0,50	0,25	0.25
H(m)	1,20	1,20	1,10	0,60	0.60
h(m)	0,40	0,40	0,40	0,20	0.20
P(m)	0,80	0,80	0,70	0,40	0.40
e(m)	0,12	0,12	0,12	0,12	0.05
D <sub>i</sub> (pulg)	4	4	3	2	2.00
D <sub>e</sub> (pulg)	8	8	4	4	3.00
L <sub>i</sub> (pulg)	Ver recomendaciones				
L <sub>e</sub> (pulg)	1,00	1,00	0,90	0,50	0.50
N <sub>i</sub>	36	35	38	36	35.00
S <sub>i</sub> (m)	0,30	0,50	0,40	15	0.25
S <sub>e</sub> (m)	0,40	0,50	0,40	20	0.25
O <sub>i</sub> (pulg)	1 1/2	1 1/2	1	3_4	3_4
O <sub>e</sub> (pulg)	1 1/2	1 1/2	1	3_4	3_4
D <sub>s</sub> (pulg)	6	4	4	3	2.00
D <sub>r</sub> (pulg)	6	4	4	3	2.00
H <sub>r</sub> (pulg)	0,90	0,90	0.8	0,50	0.50

### 3.3.1.7 Cajillas Prediales y Protección de Válvulas:

Se diseñan con el propósito de proteger las válvulas de daños ocasionados por el medio ambiente o por el ser humano que puedan alterar la calibración y por ende el óptimo funcionamiento del Distrito de Riego, por esta razón deben llevar tapa con seguridad provista de cadena y candado.

El dimensionamiento de las cajillas se realiza teniendo en cuenta los tamaños de las válvulas y un espacio suficiente para el ingreso de una persona a operar estas válvulas, se clasifican en tres (3) tipos.

**Tabla 12. Dimensiones de Cajillas Tipo**

DIMENSION DE CAJILLAS TIPO				
CAJILLA TIPO	DIAMETRO VALVULA	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)
1	6"-4"	1.2	0.8	0.8
2	3"-2"	1.1	0.6	0.7
3	≤ 1 1/2"	0.6	0.5	0.6

### 3.4 Diseño Sistema de Riego Intrapredial

#### 3.4.1 *Adecuación Predial*

##### 3.4.1.1 *Aspersión.*

El esquema de riego predial se proyectó de manera que todos los predios tuvieran acceso directo a la red de distribución por una toma predial con la presión suficiente para el correcto funcionamiento del sistema de riego. Por lo tanto el aspersor se selecciono de modo que proporcione una buena uniformidad en la aplicación y una alta eficiencia para garantizar un riego óptimo que redunde en alta producción y productividad; el aspersor elegido presenta las siguientes características:

**Tabla 13. Referencia Unidad de Riego**

Referencia Aspersor	Diámetro conexión	Boquilla	Presión trabajo bar)	Diámetro húmedo (m)	Caudal m <sup>3</sup> /h
427B AG o similar	½" rosca macho o ¾" rosca hembra	No.4 Negra	2	24	0.85
			3	26	1.03
			4	26	1.18

Los predios a beneficiar son en total 137, sus áreas oscilan entre 0,25 y 2 Has, para un total de 187 Has, por lo tanto los diseños de prediales se realizaron para parcelas tipo de cada una de las áreas representativas de 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25; 1,50; 1,75; 1,90; 2,00 Has, las parcelas diseñadas son 22, las cuales tienen un área de 17.4 Has y representan el 9.3 % del área total.

**Tabla 14. Parcelas Diseñadas**

Parcela Tipo	Área (Has)	N° Parcelas Diseñadas	Área diseñada (Has)	% Diseñado respecto al total del área
1	0.25	1	0.25	0.1336
2	0.5	14	7	3.7433
3	0.75	1	0.75	0.4010
4	1.0	1	1.0	0.5347
5	1.25	1	1.25	0.6684
6	1.5	1	1.5	0.8021
7	1.75	1	1.75	0.9358
8	1.9	1	1.9	1.0160
9	2.0	1	2.0	1.0695
<b>Total</b>		<b>22</b>	<b>17.4</b>	<b>9.30</b>

**Tabla 15. Parcelas a construir**

Parcela Tipo	Área (Has)	Cantidad Parcelas a instalar	Área total a instalar (Has)	% a instalar respecto al total del área del proyecto
1	0.25	9	2.25	1.203
2	0.50	128	64.00	34.224
<b>Total</b>		<b>137</b>	<b>66.25</b>	<b>35.427</b>

En la tabla N° 16, se presenta los parámetros de riego utilizados en el diseño de las parcelas tipos de 0.5 has, las cuales se instalarán a todos los usuarios.

**Cuadro 16. Parámetros de Riego**

PARAMETROS DE RIEGO		
	UNIDAD	VALOR
Área Neta de Riego	Ha	0.5
Cultivo		Café, Cacao, Lulo, Maíz
Profundidad Radicular Efectiva	m	0.6
Sistema de Riego		Aspersión
Eficiencia de Aplicación	%	99
Jornada de Operación	hr/día	24
Demanda Máxima Neta	mm/día	2,87
Textura del Suelo		Franco Arenoso
Infiltración Básica	mm/hora	
Densidad Aparente	g/cm <sup>3</sup>	1,61
Capacidad de Campo	%	28,73
Punto de Marchitez Permanente	%	19,07
Lamina Bruta	mm	18,85
Frecuencia de Riego	días	6,49
Espaciamiento entre laterales	m	10
Espaciamiento entre Emisores	m	10
Caudal del Emisor	lps	0,2
Presión de Operación del Emisor	m.c.a	15,5
Diámetro Húmedo	m	18
Pluviometría del Emisor	mm/hr	
Tiempo de Riego	hr.	6,22
Área a regar por día	ha/día	0,0736
Numero de Turnos por día		3,86
# de Emisores Simultáneos		1
Caudal de Diseño	Lps	62,5
Modulo de Riego *	Lps/ha	0,326

El modulo de riego se aplica a partir de los lotes que tienen 0,75 has; aquellos predios que tienen áreas de 0,25 y 0,5 has se les suministrará el caudal mínimo requerido por el aspersor que corresponde a 0,2 LPS, a pesar de que les corresponden menos caudal por área.

Estos diseños se realizaron en parcelas seleccionadas al azar; para su cálculo hidráulico se utilizó una hoja de cálculo en Excel donde se puede calcular velocidades, longitudes, pérdidas por fricción, cotas piezométricas, presión estática y presión disponible para la conducción principal y ramal crítico subiendo y bajando, esta hoja de cálculo permite seleccionar el diámetro y RDE más conveniente para el diseño; de la simulación realizada en Epanet se obtuvo la presión disponible inicial en el nodo del usuario o punto de toma predial, requerida para el diseño hidráulico de las parcelas.

## Calculo hidráulico Parcelas

Estudio Obras y Equipo Riego Predial. Cálculo Hidráulico Parcela Tipo 1. Luis Alber Artunduaga – Vereda San Ciro – 0.25 HAS

OBSERVACION	TRAMO		Long. (m)	Cota del terreno		DH (m)	Long. Real (m)	L total(m)	C. fricción	Dia. (pulg)	Tub. a Instalar		DI (M)	A (M2)	Q (l/s)	Vel (m/s)	Perdidas fricción		Cota piezometrica		Pres. disponible		disponible PSI		Pres. Estática	
	Inicial	Final		Inicial	Final						Tipo	RDE/Clase					Unitarias	Total	Inicial	Final	Inicial	Final	inicial	final	Inicial	Final
	Conduccion principal	1	2	0.86	1259.00	1259.00	0.00	0.86	0.86	150	1/2	PVC	21	0.01874	0.00028	0.2000	0.725	0.0364	0.03	1259.00	1258.97	37.3	37.27	53.04	53.00	37.3
2		3	16.70	1259.00	1257.00	2.00	16.81	16.81	150	1/2	PVC	21	0.01874	0.00028	0.2000	0.725	0.0364	0.61	1258.97	1258.36	37.27	38.66	53.00	54.97	37.30	39.30
3		4	28.28	1257.00	1253.00	4.00	28.57	28.57	150	1/2	PVC	21	0.01874	0.00028	0.2000	0.725	0.0364	1.04	1257.00	1255.96	38.3	41.26	54.46	58.67	38.3	42.30
4		5	14.14	1253.00	1251.00	2.00	14.28	14.28	150	1/2	PVC	21	0.01874	0.00028	0.2000	0.725	0.0364	0.52	1255.96	1255.44	41.26	42.74	58.67	60.78	42.30	44.30
ramal critico bajando	1	2	0.86	1259.00	1259.00	0.00	0.86	0.86	150	1/2	PVC	21	0.01874	0.00028	0.2000	0.7251	0.0364	0.03	1259.00	1258.97	37.3	37.27	53.04	53.00	37.3	37.30
	2	3	16.70	1259.00	1257.00	2.00	16.81	16.81	150	1/2	PVC	21	0.01874	0.00028	0.2000	0.7251	0.0364	0.61	1259.00	1258.39	37.27	38.66	53.00	54.97	37.30	39.30
	3	4	28.28	1257.00	1253.00	4.00	28.57	28.57	150	1/2	PVC	21	0.01874	0.00028	0.2000	0.7251	0.0364	1.04	1257.00	1255.96	38.3	41.26	54.46	58.67	38.3	42.30
	4	6	10.00	1253.00	1253.00	0.00	10.00	10.00	150	1/2	PVC	21	0.01874	0.00028	0.2000	0.7251	0.0364	0.36	1253.00	1252.64	41.26	40.90	58.67	58.16	42.30	42.30
	6	7	20.00	1253.00	1253.00	0.00	20.00	20.00	150	1/2	PVC	21	0.01874	0.00028	0.2000	0.7251	0.0364	0.73	1253.00	1252.27	39.3	38.57	55.88	54.85	39.3	39.30
ramal critico subiendo	1	2	0.86	1259.00	1259.00	0.00	0.86	0.86	150	1/2	PVC	21	0.01874	0.00028	0.2000	0.7251	0.0364	0.03	1259.00	1258.97	37.3	37.27	53.04	53.00	37.3	37.30
	2	8	3.30	1259.00	1259.50	0.50	3.34	3.34	150	3/4	PVC	26	0.02407	0.00046	0.2000	0.4395	0.0107	0.04	1259.00	1258.96	38.3	37.76	54.46	53.70	37.30	36.80
	8	9	8.46	1259.50	1259.00	0.50	8.47	8.47	150	3/4	PVC	26	0.02407	0.00046	0.2000	0.4395	0.0107	0.09	1259.50	1259.41	39.3	39.71	55.88	56.47	38.3	38.80

Estudio Obras y Equipo Riego Predial. Cálculo Hidráulico Parcela Tipo 2. Dina Edilma España – Vereda Caparrosa – 0.5 HAS

OBSERVACION	TRAMO		Long. (m)	Cota del terreno		DH (m)	Long. Real (m)	L total(m)	C. fricción	Dia. (pulg)	Tub. a Instalar		DI (M)	A (M2)	Q (l/s)	Vel (m/s)	Perdidas fricción		Cota piezometrica		Pres. disponible		disponible PSI		Pres. Estática	
	Inicial	Final		Inicial	Final						Tipo	RDE/Clase					Unitarias	Total	Inicial	Final	Inicial	Final	inicial	final	Inicial	Final
	Conduccion Principal	1	2	10.06	1425.00	1423.00	2.00	10.26	10.26	150	3/4	PVC	26	0.02407	0.00046	0.2000	0.4395	0.0107	0.11	1425.00	1424.89	15.47	17.36	22.00	24.69	15.47
2		3	10.00	1423.00	1423.00	0.00	10.00	10.00	150	3/4	PVC	26	0.02407	0.00046	0.2000	0.4395	0.0107	0.11	1424.89	1424.78	17.36	17.25	24.69	24.53	17.47	17.47
3		4	10.00	1423.00	1421.00	2.00	10.20	10.20	150	3/4	PVC	26	0.02407	0.00046	0.2000	0.4395	0.0107	0.11	1424.78	1424.67	17.25	19.14	24.53	27.22	17.47	19.47
4		5	10.00	1421.00	1419.00	2.00	10.20	10.20	150	3/4	PVC	26	0.02407	0.00046	0.2000	0.4395	0.0107	0.11	1424.78	1424.67	17.25	19.14	24.53	27.22	17.47	19.47
5		6	10.00	1419.00	1417.00	2.00	10.20	10.20	150	3/4	PVC	26	0.02407	0.00046	0.2000	0.4395	0.0107	0.11	1424.67	1424.56	19.14	21.03	27.22	29.91	19.47	21.47
6		7	10.00	1417.00	1415.00	2.00	10.20	10.20	150	3/4	PVC	26	0.02407	0.00046	0.2000	0.4395	0.0107	0.11	1424.56	1424.45	21.03	22.92	29.91	32.60	21.47	23.47
7		8	40.00	1415.00	1412.00	3.00	40.11	40.11	150	1/2	PVC	21	0.01874	0.00028	0.2000	0.7251	0.0364	1.46	1424.45	1422.99	22.92	24.46	32.60	34.79	23.47	26.47
8		9	40.00	1412.00	1411.00	1.00	40.01	40.01	150	1/2	PVC	21	0.01874	0.00028	0.2000	0.7251	0.0364	1.46	1422.99	1421.54	24.46	24.01	34.79	34.14	26.47	27.47
Ramal critico bajando	1	10	40.00	1425.00	1424.00	1.00	40.01	40.01	150	3/4	PVC	26	0.02407	0.00046	0.2000	0.4395	0.0107	0.43	1425.00	1424.57	27	27.57	38.39	39.20	15.47	16.47
	10	11	50.00	1424.00	1421.50	2.50	50.06	50.06	150	3/4	PVC	26	0.02407	0.00046	0.2000	0.4395	0.0107	0.54	1424.57	1424.03	27.57	29.53	39.20	41.99	16.47	18.97

### **3.4 Manual de Operación y Mantenimiento**

#### **Normas de operación y mantenimiento**

##### **Bocatomas**

**Bocatoma Las Minas:** La operación de la bocatoma se hace de manera sencilla con el siguiente procedimiento:

- Si se quiere captar normalmente se debe abrir la llave 1 que corresponde a la de control de la tubería de aducción, cerrar las llaves 2 (lavado de presa)
- Si lo que se requiere es lavar la presa se debe abrir la llave 2, cerrar la 1
- Si se quiere lavar la cajilla, lo que se hace es quitar el tapón de 3" que se encuentra en la parte baja de la cajilla derivadora y cerrar las válvulas 1 y 2.

**Bocatoma Caparrosa:** Actualmente esta bocatoma no cuenta con ninguna válvula; para el proyecto se le instalara una válvula de control de 6" en la aducción En la presa no se le instalara ninguna ya que esta traería como consecuencia el debilitamiento de la estructura.

El procedimiento para el manejo de la bocatoma, es igual que la anterior pero sin la válvula de control de la presa. El tiempo de abertura de la válvula de lavado es el necesario para que el agua salga completamente transparente y libre de sólidos en suspensión. Para el mantenimiento se debe tener en cuenta:

- Limpiar manualmente cada semana en épocas de verano y diariamente en épocas de invierno. Para ello:
- Remueva los materiales retenidos en la rejilla como hojas, troncos, rocas y en general materiales extraños que hayan podido acumularse en esta.

**Desarenador:** La operación de esta estructura para el filtrado normal es así:

- Se abre la válvula 1 (conducción principal), se cierra la válvula 2 (By- pass) y se cierra la válvula de compuerta circular de lavado.
- Cuando se quiera lavar el desarenador se abre la válvula 2 y se cierra la válvula 1, se abre la válvula de compuerta para evacuar los sedimentos, Luego de abierta la compuerta es recomendable agitar el agua en el desarenador, facilitando así la salida de todos los sedimentos, al observar que el agua sale limpia cierre nuevamente la compuerta.

Es importante realizar mantenimiento preventivo y periódico a la compuerta de lavado como cambio de accesorios dañados o deteriorados y lubricación de los mismos

**Conducción Principal y Distribución:** Para que la conducción principal y red de distribución opere normalmente solo es necesario abrir las válvulas No 1 de la bocatoma y del desarenador, además dejar calibrada la válvula reguladora de

caudal ubicada donde se unen los dos ramales, esta válvula después de calibrada no se puede mover.

Para el mantenimiento de la red se deben realizar los siguientes procedimientos:

- Abrir semanalmente las válvulas de lavado o purga ubicadas en los puntos bajos para desarenar las tuberías, pues por más eficiente que sea el desarenador algunas partículas de arena alcanzan a pasar a través de él y se acumulan en los puntos bajos
- Limpieza y mantenimiento de los alrededores de las obras para evitar acumulación de escombros que con la lluvia puedan ocasionar obstrucción o daño de alguna de estas estructuras.
- Realizar si es necesarios salidas o desvíos para las aguas lluvias en algunas obras o tramos de tubería que por la topografía pueden ser dañados o quedar a la intemperie.
- La tubería y los accesorios se deben proteger de la intemperie, en los sitios donde se presente socavación o erosión es recomendable instalar sacos llenos de tierra y rellenar para evitar que la lluvia arrastre el suelo y deje expuesta la tubería.
- Por otra parte, el operario del sistema debe estar revisando durante la jornada de riego, el funcionamiento de las tuberías cerciorándose que no haya fugas en las conducciones y distribuciones pues se presentan pérdidas de agua y se afecta directamente el cultivo.

**Operación Distrito Riego:** El distrito de riego está conformado por un turno de riego, donde todos los usuarios pueden regar al mismo tiempo sin necesidad de sectorizar el suministro de agua. En la Tabla N° 7. Listado y localización de usuarios.

**Planeación del Riego:** Para que el distrito funcione óptimamente y no se presenten desperdicios de agua es necesario que se planee con anterioridad el riego, para lo cual se indique el cultivo, la fecha de inicio y el área a sembrar.

**Toma Predial:** En la calibración del sistema se deben graduar las válvulas reguladoras de presión y caudal para permitir un reparto equitativo del agua a todos los predios, estas deben ser manipuladas solo por el fontanero

**Sistema de Riego Aspersión:** Para empezar a regar cada predio, solamente es necesario acoplar la bayoneta al hidrante y cerrar los ganchos que esta contiene, además se debe calibrar el aspersor de la siguiente forma:

- Angulo de giro: Los aspersores tienen la posibilidad de círculo total (360°) o círculo parcial, según los requerimientos, para esto se deben mover los dos frenos y dejar entre ellos el ángulo que se desea regar, luego se baja el trinquete que es el que choca con los frenos y hace que el aspersor se devuelva.



- Para fragmentar el chorro en gotas finas y simular gotas de lluvia, se debe girar el perno difusor.
- Altura y alcance: si se quieren modificar estos parámetros, es necesario girar el deflector plástico

**Parcelas tipo de uso racional del agua:** Se diseñaron 22 parcelas tipo según el área de los predios, para que sean replicadas en los demás predios según el área a que correspondan, pues el caudal, la tubería y demás componentes del sistema están adecuados para beneficiar las 187 Has, distribuidas en 137 parcelas que van desde 0.25 Has hasta 2 Has.

Para la operación del sistema de riego se debe seguir el procedimiento que se detalla:

- Calibrar las válvulas reguladoras de presión a 22 LPS.
- Se tendrán 3 tipos de válvulas reguladoras de caudal ya que estas dependen del área a beneficiar, es decir: Para un caudal de hasta 0.25 LPS se tendrá una válvula de 1/2" (usuarios de 0.25 – 0.75 Has), para un caudal de 0.252 LPS hasta 0.55 LPS se instalara una válvula de 3/4" (usuarios de 1Has hasta 1.5 Has) y para un caudal mayor de 0.55 se instalará una válvula de 1" (usuarios de 1.75 hasta 2 Has).
- Se debe Calibrar el aspensor según el procedimiento explicado anteriormente.
- Cuando se haya regado lo suficiente en las posiciones iniciales, se debe hacer cambio, para esto se suelta la primer bayoneta y se traslada el aspensor al hidrante donde se desea instalar; en este momento se puede traer el segundo aspensor y colocarlo en la nueva posición, este procedimiento se repite hasta completar el riego en cada uno de los hidrantes instalados.
- Una vez se irrigue la totalidad del lote, se deben secar y guardar los aspersores en un sitio seguro y protegidos de la intemperie, hasta el próximo riego.

En la tabla 17 se muestra la programación de riego según hectáreas del predio.

**Tabla 17. Programación de Riego**

PREDIAL TIPO	AREA	UNIDADES DE RIEGO POR TURNO	TOTAL DE HIDRANTES	TOTAL TURNOS POR LOTE
1	0,25	1	28	28
2	0,50	1	47-53	47-53
3	0,75	1	78	78

PREDIAL TIPO	AREA	UNIDADES DE RIEGO POR TURNO	TOTAL DE HIDRANTES	TOTAL TURNOS POR LOTE
4	1,00	1	104	104
5	1,25	2	131	66
6	1,50	2	174	87
7	1,75	3	178	60
8	1,90	3	198	66
9	2,00	3	205	69

Para el mantenimiento del sistema se recomienda:

Hacer el lavado de las tuberías del lote a través de los hidrantes para evitar el taponamiento de los aspersores.

Dar un buen uso al sistema, protegiendo cada una de sus partes

## Cronograma de Capacitación

La capacitación se adelantará siguiendo el cronograma propuesto a continuación:

TEMAS DE CAPACITACION	DURACION (Dias)	SEMANA PROGRAMADA								LOCALIZACION		HORARIO	
		1	2	3		24	26	45	48	Vereda	SITIO	8 A.M-12 M	2 P.M – 5 P.M
1. Socialización del Proyecto a construir	1									San Ciro	Escuela San Ciro	X	X
												X	X
2. Sistema Local de Administración del Recurso Hídrico- SILARH	1								X			X	
3. Distritos de riego: generalidades e Instalación	1								X			X	
4. Sistemas de Riego a presión: generalidades e Instalación	1								X			X	
5. Operación en distritos de riego:	1								X			X	
6. Mantenimiento en distritos de riego:	1								X			X	
7. Visita Proyecto Distrito de Riego	1								X	X			

### **OBSERVACIONES:**

- La visita se llevara a cabo en un Distrito de Riego seleccionado en el departamento del Huila, con el propósito de escuchar experiencias de Distritos ya establecidos y en funcionamiento.
- La capacitación estará dirigida a todos los usuarios; pero como mínimo es obligatorio la asistencia de los miembros de la junta directiva de la asociación de usuarios y de dos delegados de cada una de las veredas beneficiadas.

## 3.5 Aspectos Financieros

### 3.5.1 Presupuesto Detallado

Tabla 18. Presupuesto Detallado

ITEM	V/U (\$)	UND	CANT	V/T (\$)
<b>1. INVERSIONES CON CARGO A LOS RECURSOS DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA</b>				
<b>1.1. CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y DOMICILIARIA</b>				
<b>TUBERÍAS</b>				
TUBO 1/2" RDE 21 E.L.	\$ 1,215	ML	2790	\$ 3,389,850
TUBO 3/4" RDE 26 E.L.	\$ 1,607	ML	2856	\$ 4,589,592
TUBO 1" RDE 26E.L.	\$ 2,444	ML	2256	\$ 5,513,664
TUBO 1 1/4" RDE 26 E.L.	\$ 3,673	ML	1956	\$ 7,184,388
TUBO 1 1/2" RDE 26 E.L.	\$ 4,666	ML	1356	\$ 6,327,096
TUBO 2" RDE 41 U.Z.	\$ 4,722	ML	3222	\$ 15,214,284
TUBO 3" RDE 26 U.Z.	\$ 12,737	ML	54	\$ 687,798
TUBO 3" RDE 32.5 U.Z.	\$ 10,833	ML	126	\$ 1,364,958
TUBO 3" RDE 41 U.Z.	\$ 9,694	ML	330	\$ 3,199,020
TUBO 3" RDE 51 U.Z.	\$ 8,114	ML	1926	\$ 15,627,564
TUBO 4" RDE 41 U.Z.	\$ 14,712	ML	60	\$ 882,720
TUBO 4" RDE 51 U.Z.	\$ 13,012	ML	930	\$ 12,101,160
TUBO 6" RDE 41U.Z.	\$ 29,766	ML	240	\$ 7,143,840
TUBO 6" RDE 51 U.Z.	\$ 27,895	ML	2544	\$ 70,964,880
SOLDADURA TUBERÍA PVC X 1/4	\$ 53,881	GL	90	\$ 4,849,290
LIMPIADOR TUBERÍA PVC X 1/4	\$ 35,834	GL	90	\$ 3,225,060
CINTA TEFLON	\$ 1,600	UN	1200	\$ 1,920,000
LUBRICANTE X TARRO DE 4.0 KG	\$ 144,000	UN	60	\$ 8,640,000
<b>SUBTOTAL 1.1.</b>				<b>\$ 172,825,164</b>
<b>1.2. ACCESORIOS EN PVC Y LAMINA A PRESION</b>				
ADAPTADOR HEMBRA 3/4" PVC	\$ 486	UND	5	\$ 2,430
ADAPTADOR HEMBRA 1" PVC	\$ 1,081	UND	3	\$ 3,243
ADAPTADOR HEMBRA 1 1/2" PVC	\$ 2,987	UND	1	\$ 2,987
ADAPTADOR HEMBRA 2" PVC	\$ 5,317	UND	4	\$ 21,268
ADAPTADOR HEMBRA 3" PVC	\$ 15,624	UND	7	\$ 109,368
ADAPTADOR MACHO 1/2" PVC	\$ 238	UND	110	\$ 26,180
ADAPTADOR MACHO 3/4" PVC	\$ 432	UND	232	\$ 100,224
ADAPTADOR MACHO 1" PVC	\$ 902	UND	246	\$ 221,892
ADAPTADOR MACHO 1 1/2" PVC	\$ 1,899	UND	8	\$ 15,192
ADAPTADOR MACHO 2" PVC	\$ 3,180	UND	12	\$ 38,160
ADAPTADOR MACHO 3" PVC	\$ 12,500	UND	10	\$ 125,000
BUJE SOLDADO 3/4"X1/2" PVC	\$ 335	UND	30	\$ 10,050
BUJE SOLDADO 1"X1/2" PVC	\$ 667	UND	32	\$ 21,344
BUJE SOLDADO 1"X3/4" PVC	\$ 667	UND	30	\$ 20,010
BUJE SOLDADO 1 1/4"X1/2" PVC	\$ 1,281	UND	17	\$ 21,777
BUJE SOLDADO 1 1/4"X3/4" PVC	\$ 1,281	UND	8	\$ 10,248
BUJE SOLDADO 1 1/4"X1" PVC	\$ 1,281	UND	16	\$ 20,496
BUJE SOLDADO 1 1/2"X1/2" PVC	\$ 1,978	UND	22	\$ 43,516
BUJE SOLDADO 1 1/2"X3/4" PVC	\$ 1,978	UND	12	\$ 23,736
BUJE SOLDADO 1 1/2"X1" PVC	\$ 1,978	UND	15	\$ 29,670
BUJE SOLDADO 1 1/2"X1 1/4" PVC	\$ 1,978	UND	5	\$ 9,890
BUJE SOLDADO 2"X1/2" PVC	\$ 3,023	UND	31	\$ 93,713
BUJE SOLDADO 2"X3/4" PVC	\$ 3,023	UND	12	\$ 36,276
BUJE SOLDADO 2"X1" PVC	\$ 3,023	UND	22	\$ 66,506
BUJE SOLDADO 2"X1 1/4" PVC	\$ 3,023	UND	9	\$ 27,207
BUJE SOLDADO 3"X1/2" PVC	\$ 13,912	UND	14	\$ 194,768
BUJE SOLDADO 3"X3/4" PVC	\$ 13,912	UND	9	\$ 125,208
BUJE SOLDADO 3"X1" PVC	\$ 13,912	UND	13	\$ 180,856
BUJE SOLDADO 3"X1 1/4" PVC	\$ 13,912	UND	5	\$ 69,560
BUJE SOLDADO 3"X1 1/2" PVC	\$ 13,912	UND	3	\$ 41,736
BUJE SOLDADO 3"X2" PVC	\$ 10,889	UND	6	\$ 65,334
BUJE SOLDADO 4"X1/2" PVC	\$ 20,197	UND	8	\$ 161,576
BUJE SOLDADO 4"X3/4" PVC	\$ 20,197	UND	9	\$ 181,773

ITEM	V/U (\$)	UND	CANT	V/T (\$)
BUJE SOLDADO 4"X1" PVC	\$ 20,197	UND	5	\$ 100,985
BUJE SOLDADO 4"X1 1/4" PVC	\$ 20,197	UND	2	\$ 40,394
BUJE SOLDADO 4"X1 1/2" PVC	\$ 20,197	UND	3	\$ 60,591
BUJE SOLDADO 4"X2" PVC	\$ 17,174	UND	4	\$ 68,696
BUJE SOLDADO 4"X3" PVC	\$ 17,174	UND	6	\$ 103,044
CODO 11 1/4° X 3" PVC	\$ 29,392	UND	4	\$ 117,568
CODO 11 1/4° X 4" PVC	\$ 56,310	UND	1	\$ 56,310
CODO GRAN RADIO 11 1/4° X 6" PVC	\$ 129,896	UND	12	\$ 1,558,752
CODO 22 1/2° X 3" PVC	\$ 32,248	UND	2	\$ 64,496
CODO 22 1/2° X 4" PVC	\$ 59,267	UND	1	\$ 59,267
CODO GRAN RADIO 22 1/2° X 6" PVC	\$ 145,268	UND	21	\$ 3,050,628
CODO 45° X 3/4" PVC	\$ 913	UND	3	\$ 2,739
CODO 45° X 1" PVC	\$ 1,082	UND	2	\$ 2,164
CODO 45° X 1 1/4" PVC	\$ 2,080	UND	1	\$ 2,080
CODO 45° X 1 1/2" PVC	\$ 3,885	UND	2	\$ 7,770
CODO 45° X 2" PVC	\$ 6,365	UND	2	\$ 12,730
CODO 45° X 3" PVC	\$ 21,373	UND	2	\$ 42,746
CODO 45° X 4" PVC	\$ 45,955	UND	1	\$ 45,955
CODO GRAN RADIO 45° X 6" PVC	\$ 181,902	UND	17	\$ 3,092,334
CODO 90° X 1" PVC	\$ 1,082	UND	11	\$ 11,902
CODO 90° X 1 1/4" PVC	\$ 2,080	UND	4	\$ 8,320
CODO 90° X 1 1/2" PVC	\$ 3,885	UND	2	\$ 7,770
CODO 90° X 2" PVC	\$ 6,365	UND	4	\$ 25,460
CODO 90° X 3" PVC	\$ 21,373	UND	1	\$ 21,373
CODO 90° X 4" PVC	\$ 45,955	UND	1	\$ 45,955
CODO GRAN RADIO 90° X 6" PVC	\$ 249,994	UND	2	\$ 499,988
COLLAR EN LAMINA 6" X 1/2" (CONEXIÓN MACHO)	\$ 301,600	UND	5	\$ 1,508,000
COLLAR EN LAMINA 6" X 3/4" (CONEXIÓN MACHO)	\$ 301,600	UND	3	\$ 904,800
COLLAR EN LAMINA 6" X 1" (CONEXIÓN MACHO)	\$ 301,600	UND	5	\$ 1,508,000
COLLAR EN LAMINA 6" X 1 1/2" (CONEXIÓN MACHO)	\$ 301,600	UND	1	\$ 301,600
COLLAR EN LAMINA 6" X 2" (CONEXIÓN MACHO)	\$ 301,600	UND	5	\$ 1,508,000
COLLAR EN LAMINA 6" X 3" (CONEXIÓN MACHO)	\$ 301,600	UND	7	\$ 2,111,200
COLLAR EN LAMINA 4" X 1/2" (CONEXIÓN MACHO)	\$ 284,200	UND	2	\$ 568,400
COLLAR EN LAMINA 4" X 1" (CONEXIÓN MACHO)	\$ 284,200	UND	2	\$ 568,400
COLLAR EN LAMINA 4" X 2" (CONEXIÓN MACHO)	\$ 284,200	UND	2	\$ 568,400
SILLA GALAPAGO 3" X 1" (CONEXIÓN HEMBRA) (2 TORNILLOS)	\$ 40,368	UND	4	\$ 161,472
SILLA GALAPAGO 2" X 1" (CONEXIÓN HEMBRA) (2 TORNILLOS)	\$ 29,000	UND	4	\$ 116,000
SILLA GALAPAGO 1 1/2 X 1 (CONEXIÓN HEMBRA) (2 TORNILLOS)	\$ 6,960	UND	3	\$ 20,880
SILLA GALAPAGO 1 1/4 X 1 (CONEXIÓN HEMBRA) (2 TORNILLOS)	\$ 6,960	UND	2	\$ 13,920
SILLA GALAPAGO 3" X 1 1/4" (CONEXIÓN HEMBRA) (2 TORNILLOS)	\$ 34,800	UND	2	\$ 69,600
SILLA GALAPAGO 3 X 1" (CONEXIÓN HEMBRA) (2 TORNILLOS)	\$ 34,800	UND	3	\$ 104,400
REDUCCION 6" X 4" UNIÓN PLATINO PVC	\$ 222,968	UND	1	\$ 222,968
TAPON SOLDADO 1/2" PVC	\$ 194	UND	8	\$ 1,552
TAPON SOLDADO 1" PVC	\$ 662	UND	10	\$ 6,620
TAPON SOLDADO 1 1/4" PVC	\$ 1,595	UND	2	\$ 3,190
TAPON SOLDADO 1 1/2" PVC	\$ 2,078	UND	4	\$ 8,312
TAPON SOLDADO 2" PVC	\$ 3,301	UND	2	\$ 6,602
TEE 1/2" PVC	\$ 457	UND	9	\$ 4,113
TEE 3/4" PVC	\$ 770	UND	29	\$ 22,330
TEE 1" PVC	\$ 1,506	UND	38	\$ 57,228
TEE 1 1/4" PVC	\$ 3,889	UND	18	\$ 70,002
TEE 1 1/2" PVC	\$ 5,109	UND	25	\$ 127,725
TEE 2" PVC	\$ 8,133	UND	44	\$ 357,852
TEE 3" PVC	\$ 27,647	UND	26	\$ 718,822
TEE 4" PVC	\$ 59,792	UND	17	\$ 1,016,464
TEE EN LAMINA REDUCIDA DE 6" (EXTREMO CAMPANA) X 4" (EXTREMO LISO) X 3" (EXTREMO LISO)	\$ 823,600	UND	1	\$ 823,600
UNION 1/2" PVC	\$ 223	UND	352	\$ 78,496
UNION 3/4" PVC	\$ 350	UND	457	\$ 159,950
UNION 1" PVC	\$ 572	UND	368	\$ 210,496
UNION 1 1/4" PVC	\$ 1,047	UND	317	\$ 286,251
UNION 1 1/2" PVC	\$ 1,428	UND	223	\$ 274,513
UNION 2" PVC	\$ 2,342	UND	11	\$ 22,209
ESPIGO - MANGO 3" (BRIDA - BRIDA)	\$ 359,600	UND	5	\$ 1,550,000

ITEM	V/U (\$)	UND	CANT	V/T (\$)
ESPIGO - MANGO 3" (BRIDA - CAMPANA)	\$ 359,600	UND	5	\$ 1,550,000
ESPIGO - MANGO 4" (BRIDA - BRIDA)	\$ 359,600	UND	3	\$ 930,000
ESPIGO - MANGO 4" (BRIDA - CAMPANA)	\$ 359,600	UND	3	\$ 930,000
ESPIGO - MANGO 6" (BRIDA - BRIDA)	\$ 487,200	UND	3	\$ 1,260,000
ESPIGO - MANGO 6" (BRIDA - CAMPANA)	\$ 487,200	UND	3	\$ 1,260,000
<b>SUBTOTAL 1.2.</b>				<b>\$ 33,223,578</b>
<b>1.3. VÁLVULAS</b>				
VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL 2" (CONEXIÓN HEMBRA); PRESIÓN 60 PSI; 4.04 LPS	\$ 1,500,000	UND	1	\$ 1,500,000
VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL 1/2" (CONEXIÓN HEMBRA); PRESIÓN 22 PSI CAUDAL HASTA 0.25 LPS	\$ 180,000	UND	25	\$ 4,500,000
VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL 3/4" (CONEXIÓN HEMBRA); PRESIÓN 22 PSI CAUDAL HASTA 0.55 LPS	\$ 200,000	UND	52	\$ 10,400,000
VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL 1" (CONEXIÓN HEMBRA); PRESIÓN 22 PSI CAUDAL MAYOR DE 0.55 LPS	\$ 280,000	UND	60	\$ 16,800,000
VÁLVULA DE CONTROL 6" (CONEXIÓN BRIDA); PRESIÓN 150 PSI	\$ 2,800,000	UND	3	\$ 8,400,000
VÁLVULA DE CONTROL 4" (CONEXIÓN BRIDA); PRESIÓN 150 PSI	\$ 952,000	UND	3	\$ 2,856,000
VÁLVULA DE CONTROL 3" (CONEXIÓN BRIDA); PRESIÓN 150 PSI	\$ 392,000	UND	6	\$ 2,352,000
VÁLVULA DE CONTROL 3" (CONEXIÓN HEMBRA); PRESIÓN 150 PSI	\$ 392,000	UND	6	\$ 2,352,000
VÁLVULA DE CONTROL 2" (CONEXIÓN HEMBRA); PRESIÓN 150 PSI	\$ 168,000	UND	9	\$ 1,512,000
VÁLVULA DE CONTROL 1 1/2" (CONEXIÓN HEMBRA); PRESIÓN 150 PSI	\$ 95,200	UND	3	\$ 285,600
VÁLVULA DE CONTROL 1 1/4" (CONEXIÓN HEMBRA); PRESIÓN 150 PSI	\$ 72,800	UND	1	\$ 72,800
VÁLVULA DE CONTROL 1" (CONEXIÓN HEMBRA); PRESIÓN 150 PSI	\$ 56,000	UND	64	\$ 3,584,000
VÁLVULA DE CONTROL 3/4" (CONEXIÓN HEMBRA); PRESIÓN 150 PSI	\$ 44,800	UND	54	\$ 2,419,200
VÁLVULA DE CONTROL 1/2" (CONEXIÓN HEMBRA); PRESIÓN 150 PSI	\$ 33,600	UND	25	\$ 840,000
VÁLVULA DOBLE EFECTO O TRIFUNCIONAL; CONEXIÓN 1"; CAPACIDAD 7 LPS; PRESIÓN 150 PSI	\$ 448,000	UND	20	\$ 8,960,000
VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN 1/2" (CONEXIÓN HEMBRA); PRESIÓN DE ENTRADA DE HASTA 150 PSI Y PRESIÓN DE SALIDA 22 PSI	\$ 225,000	UND	25	\$ 5,625,000
VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN 3/4" (CONEXIÓN HEMBRA); PRESIÓN DE ENTRADA DE HASTA 150 PSI Y PRESIÓN DE SALIDA 22 PSI	\$ 350,000	UND	52	\$ 18,200,000
VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN 1" (CONEXIÓN HEMBRA); PRESIÓN DE ENTRADA DE HASTA 150 PSI Y PRESIÓN DE SALIDA 22 PSI	\$ 487,200	UND	60	\$ 29,232,000
<b>SUBTOTAL 1.3.</b>				<b>\$ 119,890,600</b>
<b>1.4. PARCELAS TIPO POR ASPERSIÓN (INCLUYE SUMINISTRO DE TUBERÍA, ACCESORIOS Y UNIDAD DE RIEGO)</b>				
<b>PARCELA TIPO 1 (0.25 Has)</b>				
Tubería PVC 1/2" RDE 21	\$ 7,287	TUB	50	\$ 364,350
Tee PVC 1/2"	\$ 458	UND	31	\$ 14,198
Codo 90° 1/2"	\$ 346	UND	12	\$ 4,152
Codo 45° 1/2"	\$ 571	UND	2	\$ 1,142
Buje Soldado 3/4"- 1/2"	\$ 336	UND	30	\$ 10,080
Adaptador Hembra 3/4"	\$ 492	UND	30	\$ 14,760
Soldadura Tubería PVC 0.25	\$ 50,500	GL	1	\$ 50,500
Limpiador Tubería PVC 0.25	\$ 23,960	GL	1	\$ 23,960
Cinta Teflon	\$ 1,000	ROLL	20	\$ 20,000
Aspersor NAAN 427 2.0 atm, 0.85 m3/h, 23 diametro Humedo 1/2"	\$ 35,000	UND	1	\$ 35,000
Bushing HG 3/4" x 1/2"	\$ 1,100	UND	1	\$ 1,100
Niple HG 1/2" x 1.8m	\$ 20,250	UND	1	\$ 20,250
Niple HG 1/2"*0.10m	\$ 1,500	UND	1	\$ 1,500
Tee HG 1/2"	\$ 1,700	UND	1	\$ 1,700
Hidrante Liviano 3/4" x 3/4"	\$ 30,000	UND	30	\$ 900,000
Llave Bayoneta 3/4" x 3/4"	\$ 15,000	UND	1	\$ 15,000
regulador presion 1/2" para Unidad De Riego	\$ 225,000	UND	1	\$ 225,000
Bushing Hg 1/2"* 1/4"	\$ 1,100	UND	1	\$ 1,100
Manometro Glicerina 0-60 psi	\$ 55,000	UND	1	\$ 55,000
<b>SUBTOTAL PARCELA TIPO 1</b>				<b>\$ 1,758,792</b>
<b>TOTAL PARCELAS TIPO 1</b>	<b>\$ 1,758,792</b>	<b>UND</b>	<b>9</b>	<b>\$ 15,829,128</b>

ITEM	V/U (\$)	UND	CANT	V/T (\$)
<b>PARCELA TIPO 2 (0.5 Has)</b>				
Tuberia PVC 1" RDE 26	\$ 14,665	TUB	18	\$ 263,970
Tuberia PVC 1/2" RDE 21	\$ 7,287	TUB	70	\$ 510,090
Tee PVC 1"	\$ 1,506	UN	21	\$ 31,626
Tee PVC 1/2"	\$ 458	UN	30	\$ 13,740
Codo 90° 1/2"	\$ 346	UN	22	\$ 7,612
Codo 45° 1/2"	\$ 571	UN	4	\$ 2,284
Codo 90° 1"	\$ 1,083	UN	3	\$ 3,249
Codo 45° 1"	\$ 1,740	UN	3	\$ 5,220
Buje Soldado 3/4"- 1/2"	\$ 336	UN	78	\$ 26,208
Buje Soldado 1"- 1/2"	\$ 667	UN	15	\$ 10,005
Buje Soldado 1"- 3/4"	\$ 667	UN	12	\$ 8,004
Adaptador Hembra 3/4"	\$ 492	UN	50	\$ 24,600
Soldadura Tuberia PVC 0.25	\$ 50,500	GL	1	\$ 50,500
Limpiador Tuberia PVC 0.25	\$ 23,960	GL	1	\$ 23,960
Cinta Teflon	\$ 1,000	ROLL	20	\$ 20,000
Aspersor NAAN 427 2.0 atm, 0.85 m3/h, 23 diametro Humedo 1/2"	\$ 35,000	UN	1	\$ 35,000
Bushing HG 3/4" x 1/2"	\$ 1,100	UN	1	\$ 1,100
Niple HG 1/2" x 1.8m	\$ 20,250	UN	1	\$ 20,250
Niple HG 1/2"*0.10m	\$ 1,500	UN	1	\$ 1,500
Tee HG 1/2"	\$ 1,700	UN	1	\$ 1,700
Llave Bayoneta 3/4" x 3/4"	\$ 15,000	UN	1	\$ 15,000
Hidrante Liviano 3/4" x 3/4"	\$ 30,000	UN	50	\$ 1,500,000
Regulador presion 1/2" para Unidad De Riego	\$ 225,000	UN	1	\$ 225,000
Bushing Hg 1/2"* 1/4"	\$ 1,100	UN	1	\$ 1,100
Manometro Glicerina 0-60 psi	\$ 55,000	UN	1	\$ 55,000
<b>SUBTOTAL PARCELA TIPO 2</b>				<b>\$ 2,856,718</b>
<b>TOTAL PARCELAS TIPO 2</b>	<b>\$ 2,856,718</b>	<b>UND</b>	<b>128</b>	<b>\$ 365,659,904</b>
<b>UNIDADES DE RIEGO Y ACCESORIOS DE CONEXION PARCELAS MAYORES A 0,5 Has</b>				
Aspersor NAAN 427 2.0 atm, 0.85 m3/h, 23 diametro Humedo 1/2"	\$ 35,000	UN	140	\$ 4,900,000
Bushing HG 3/4" x 1/2"	\$ 1,100	UN	140	\$ 154,000
Niple HG 1/2" x 1.8m	\$ 20,250	UN	140	\$ 2,835,000
Niple HG 1/2"*0.10m	\$ 1,500	UN	140	\$ 210,000
Tee HG 1/2"	\$ 1,700	UN	140	\$ 238,000
Llave Bayoneta 3/4" x 3/4"	\$ 15,000	UN	140	\$ 2,100,000
Regulador presion 1/2" para Unidad De Riego	\$ 225,000	UN	140	\$ 31,500,000
Bushing Hg 1/2"* 1/4"	\$ 1,100	UN	140	\$ 154,000
Manometro Glicerina 0-60 psi	\$ 55,000	UN	140	\$ 7,700,000
<b>SUBTOTAL UNIDADES RIEGO Y ACCESORIOS CONEXION PARCELAS MAYORES A 0,5 Has</b>				<b>\$ 49,791,000</b>
<b>SUBTOTAL 1.4. PARCELAS TIPO</b>				<b>\$ 431,280,032</b>
<b>1.5 CAJILLAS PREDIALES Y PROTECCIÓN VÁLVULAS</b>				
<b>CAJILLAS PARA VALVULAS TIPO 1</b>				
Acero A-37 y A-60	\$ 4,080	Kg	40	\$ 163,200
Concreto simple de 3000 psi	\$ 572,000	M3	0.5	\$ 286,000
<b>SUBTOTAL CAJILLA TIPO 1</b>				<b>\$ 449,200</b>
<b>TOTAL CAJILLAS TIPO 1</b>	<b>\$ 449,200</b>	<b>UND</b>	<b>12</b>	<b>\$ 5,390,400</b>
<b>CAJILLAS PARA VALVULAS TIPO 2</b>				
Acero A-37 y A-60	\$ 4,080	Kg	21	\$ 85,680
Concreto simple de 3000 psi	\$ 572,000	M3	0.22	\$ 125,840
<b>SUBTOTAL CAJILLA TIPO 2</b>				<b>\$ 211,520</b>
<b>TOTAL CAJILLAS TIPO 2</b>	<b>\$ 211,520</b>	<b>UND</b>	<b>30</b>	<b>\$ 6,345,600</b>
<b>CAJILLAS PARA VALVULAS TIPO 3</b>				
Acero A-37 y A-60	\$ 4,080	Kg	16	\$ 65,280
Concreto simple de 3000 psi	\$ 572,000	M3	0.14	\$ 80,080
<b>SUBTOTAL CAJILLA TIPO 3</b>				<b>\$ 145,360</b>
<b>TOTAL CAJILLAS TIPO 3</b>	<b>\$ 145,360</b>	<b>UND</b>	<b>18</b>	<b>\$ 2,616,480</b>
<b>CAJILLAS PREDIALES</b>				
Acero A-37 y A-60	\$ 4,080	Kg	45	\$ 183,600
Concreto simple de 3000 psi	\$ 572,000	M3	0.5	\$ 286,000
<b>SUBTOTAL CAJILLA PREDIAL</b>				<b>\$ 469,600</b>
<b>TOTAL CAJILLAS PREDIALES</b>	<b>\$ 469,600</b>	<b>UND</b>	<b>137</b>	<b>\$ 64,335,200</b>
<b>SEGURIDAD DE LAS CAJILLAS (CADENA Y CANDADO)</b>	<b>\$ 30,000</b>	<b>UND</b>	<b>197</b>	<b>\$ 5,910,000</b>

ITEM	V/U (\$)	UND	CANT	V/T (\$)
<b>SUBTOTAL 1.5.</b>				<b>\$ 84,597,680</b>
<b>1.6. DESARENADORES</b>				
<b>1.6.1. DESARENADOR LAS MINAS</b>				
Válvula de control HF ø 6" y accesorios	\$ 3,600,000	UND	3	\$ 10,800,000
Compuerta circular en Hf de 6" con bástago en HG de 3,0 m, torre y rueda de manejo para anclar a un pilote de concreto	\$ 4,100,000	UN	1	\$ 4,100,000
Tubería HG 6" para lavado y rebose	\$ 34,096	ML	6	\$ 204,576
Acero A-37 y A-60	\$ 4,080	KG	3500	\$ 14,280,000
Concreto simple de 3000 psi	\$ 572,000	M3	53	\$ 30,316,000
Relleno de estructuras con material seleccionado de la excavación.	\$ 15,000	M3	25	\$ 375,000
Pañete interior impermeabilizado	\$ 14,400	M2	74	\$ 1,065,600
Niple H.G de 3"X0,40m,1 rosca para ventilación	\$ 84,000	UND	4	\$ 336,000
Niple H.G de 3"X0,10m,2 roscas para ventilación	\$ 72,000	UND	4	\$ 288,000
Codo H.G de 3"X90°	\$ 72,000	UND	8	\$ 576,000
Tubería PVC presión 6" UZ RDE 41	\$ 29,766	TUB	3	\$ 89,298
Codo 90 de Gran Radio PVC 6"	\$ 249,994	UN	2	\$ 499,988
Tee PVC diametro 6"	\$ 341,836	UN	2	\$ 683,672
Tee de diametro de 6" x 2"	\$ 384,000	UND	1	\$ 384,000
Tubería de 2" PVC RDE 41	\$ 12,737	TUB	1	\$ 12,737
Tapón de 2" PVC soldado	\$ 3,301	UND	1	\$ 3,301
<b>SUBTOTAL 1.6.1.</b>				<b>\$ 64,014,172</b>
<b>1.6.2. DESARENADOR CAPARROSA</b>				
Válvula de control HF ø 6" y accesorios	\$ 3,600,000	UND	3	\$ 10,800,000
Compuerta circular en Hf de 6" con bástago en bronce de 3,0 m, torre y rueda de manejo para anclar a un pilote de concreto	\$ 4,100,000	UN	1	\$ 4,100,000
Tubería alcantarillado novafort 6" para lavado y rebose	\$ 34,096	ML	6	\$ 204,576
Acero A-37 y A-60	\$ 4,080	KG	5800	\$ 23,664,000
Concreto simple de 3000 psi	\$ 572,000	M3	53	\$ 30,316,000
Relleno de estructuras con material seleccionado de la excavación.	\$ 15,000	M3	40	\$ 600,000
Pañete interior impermeabilizado	\$ 14,400	M2	110	\$ 1,584,000
Niple H.G de 3"X0,40m,1 rosca para ventilación	\$ 84,000	UND	4	\$ 336,000
Niple H.G de 3"X0,10m,2 roscas para ventilación	\$ 72,000	UND	4	\$ 288,000
Codo H.G de 3"X90°	\$ 72,000	UND	8	\$ 576,000
Tubería PVC presión 6" UZ RDE 41	\$ 29,766	TUB	3	\$ 89,298
Codo 90 PVC 6"	\$ 249,994	UN	2	\$ 499,988
Tee PVC diametro 6"	\$ 341,836	UN	2	\$ 683,672
Tee de diametro de 6" x 2"	\$ 384,000	UND	1	\$ 384,000
Niple de 2" PVC RDE 51	\$ 12,737	TUB	1	\$ 12,737
Tapón de 2" PVC soldado	\$ 3,301	UND	1	\$ 3,301
<b>SUBTOTAL 1.6.2.</b>				<b>\$ 74,141,572</b>
<b>SUBTOTAL 1.6. (1.6.1+1.6.2)</b>				<b>\$ 138,155,744</b>
<b>1.7. ESTUDIOS Y DISEÑOS</b>				
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, ASPECTOS TÉCNICOS, DISEÑOS DE OBRAS HIDRAULICAS, ASPECTOS PRODUCTIVOS Y ASPECTOS FINANCIEROS	\$ 700,000	Ha	187	\$ 130,900,000
<b>SUBTOTAL 1.7.</b>				<b>\$ 130,900,000</b>
<b>1.8. ENCOFRADOS PARA PROTECCION TUBERIA</b>				
<b>ENCOFRADO TIPO 1 (0.35*0.35)m PARA TUBERIA DE 6"</b>				
Suministro materiales y construccion de encofrado tipo 4, incluye acero de refuerzo, malla para pañete como recubrimiento de la tubería	\$ 280,000	ML	250	70,000,000
<b>SUBTOTAL 1.8.</b>				<b>\$ 70,000,000</b>
<b>1.9. ADQUISICIÓN DE AREAS ESTRATEGICAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL RECURSO HIDRICO</b>				
Lote para proteccion cuenca	\$ 9,000,000	Has	2	18,000,000
<b>SUBTOTAL 1.9.</b>				<b>\$ 18,000,000</b>
<b>SUBTOTAL 1 (1.1 + 1.2 + 1.3 +1.4 + 1.5 + 1.6 + 1.7 + 1.8 + 1.9)</b>				<b>\$ 1,198,872,798</b>
<b>ADMINISTRACIÓN (7%)</b>				<b>\$ 83,921,096</b>
<b>UTILIDAD (3%)</b>				<b>\$ 35,966,184</b>
<b>IVA SOBRE UTILIDAD</b>				<b>\$ 5,754,589</b>
<b>TOTAL 1</b>				<b>\$ 1,324,514,667</b>
<b>2. INVERSIONES CON CARGO A LOS RECURSOS DE LA CONTRAPARTIDA</b>				
<b>2.1. CONTRAPARTIDA EN EFECTIVO (ITEM)</b>	<b>V/U (\$)</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>V/T (\$)</b>
<b>2.1.1. BOCATOMAS</b>				



ITEM	V/U (\$)	UND	CANT	V/T (\$)
<b>2.1.1.1. BOCATOMA LAS MINAS</b>				
Manejo de Aguas	\$ 800,000	GI	1	\$ 800,000
Rejilla, en angulo de 2" x 2" x 1/4" de 1.5 m largo x 0.35 m de ancho varilla lisa D = 1/2" separados 2.0cm, pintada con anticorrosivo.	\$ 900,000	UN	1	\$ 900,000
Tubería PVC ø 6" lavado y rebose PVC sanitaria	\$ 32,633	ML	12	\$ 391,596
Codo PVC sanitario 90° ø 6"	\$ 60,665	UN	1	\$ 60,665
Codo de 45° PVC sanitario ø 6"	\$ 29,322	UN	1	\$ 29,322
Válvula de control ø 6" y accesorios para lavado de presa y control de aducción	\$ 3,600,000	UN	2	\$ 7,200,000
Tapon roscado PVC 3"	\$ 15,821	UND	1	\$ 15,821
Concreto simple de 3000 psi	\$ 572,000	M3	30	\$ 17,160,000
Concreto ciclópeo de 2500 psi, 40% piedra	\$ 448,000	M3	10	\$ 4,480,000
Acero de refuerzo A-37 y A-60	\$ 4,080	KG	1,600	\$ 6,528,000
Relleno de estructuras con material seleccionado de la excavación.	\$ 15,000	M3	8	\$ 120,000
<b>SUBTOTAL 2.1.1.1.</b>				<b>\$ 37,685,404</b>
<b>2.1.1.2. BOCATOMA CAPARROSA</b>				
Rejilla, en angulo de 2" x 2" x 1/4" de 0.85 m largo x 0.38 m de ancho varilla lisa D = 3/8" separados 2.0cm, pintada con anticorrosivo.	\$ 750,000	UND	1	\$ 750,000
Pañete impermeabilizado	\$ 14,400	M2	45	\$ 648,000
Concreto simple de 3000 psi	\$ 572,000	M3	9	\$ 5,148,000
Válvula de control ø 6" y accesorios para control de aducción	\$ 3,600,000	UND	1	\$ 3,600,000
<b>SUBTOTAL 2.1.1.2.</b>				<b>\$ 10,146,000</b>
<b>SUBTOTAL 2.1.1.</b>				<b>\$ 47,831,404</b>
<b>2.1.2. MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				
Instalación de tubo 6mts diámetro: 6", 4", 3" con accesorios y válvulas	\$ 18,000	TUB O	1035	\$ 18,630,000
Intalación tubo de 6mts diámetro: 2", 1 1/2", 1 1/4" con accesorios y válvulas	\$ 12,000	TUB O	1089	\$ 13,068,000
Intalación tubo de 6mts diámetro: 1", 3/4", 1/2" con accesorios y válvulas	\$ 6,000	TUB O	1317	\$ 7,902,000
Instalación Hidrantes Parcelas Tipo	\$ 5,000	UND	6670	\$ 33,350,000
Instalación Tubería 6mts diámetro 1 y 1/2" con accesorios Parcelas Tipo	\$ 6,000	TUB O	11714	\$ 70,284,000
Instalación de Tomas prediales con válvulas y unidades de riego	\$ 50,000	USU ARIO	137	\$ 6,850,000
<b>SUBTOTAL 2.1.2.</b>				<b>\$ 150,084,000</b>
<b>2.1.3. ANCLAJES PARA TUBERÍA EN CAMBIO DE DIRECCIÓN</b>	\$ 572,000	M3	15	\$ 8,580,000
<b>SUBTOTAL 2.1.3.</b>				<b>\$ 8,580,000</b>
<b>2.1.4.PASOS ELEVADOS</b>				
Construcción de viaducto colgante para paso de tubería PVC de 6" a todo costo sobre un drenaje natural. Incluye: suministro de materiales, mano de obra, uso de herramientas y equipos, cable de 3/4" para sujeción principal y cortavientos y péndolas en 1/2", perros de sujeción, zapatas, clolumnas y muertos	700,000	ML	120	84,000,000
<b>SUBTOTAL 2.1.4.</b>				<b>\$ 84,000,000</b>
<b>2.1.5. CAMARAS DE QUIEBRE DE PRESIÓN</b>				
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 1</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro	18,000	M3	4	72,000
Acero A-37 y A-60	4,080	Kg	86.36	352,349
Concreto simple de 3000 psi	572,000	M3	1.60	915,200
Codo lamina 90° 6" mango brida-espigo roscado (0,6 x 1) con Tapon	635,000	UND	1	635,000
Niple PVC 8" RED 13,5 para encamizado	209,150	m	0.80	167,320
Codo 90° 4 " PVC	45,955	UND	2	91,910
Niple PVC 4" RDE 64	19,902	m	3.00	59,706
<b>SUBTOTAL CAMARA QUIEBRE TIPO 1</b>				<b>2,293,485</b>
<b>VALOR TOTAL CAMARA QUIEBRE TIPO 1</b>	2,293,485	UND	2	<b>\$ 4,586,970</b>
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 2</b>				
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO TIPO 2.1</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro	18,000	M3	3.53	63,540
Acero A-37 y A-60	4,080	Kg	79.70	325,176
Concreto simple de 3000 psi	572,000	M3	1.47	840,840
Codo lamina 90° 6" mango brida-espigo roscado (0,6 x 1) con Tapon	635,000	UND	1	635,000
Niple PVC 8" para encamizado	209,150	m	0.8	167,320
<b>SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE TIPO 2.1</b>				<b>2,031,876</b>

ITEM	V/U (\$)	UND	CANT	V/T (\$)
<b>TOTAL VALOR CAMARAS DE QUIEBRE TIPO 2.1</b>	2,031,876	UND	1	<b>2,031,876</b>
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 2.2</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro	18,000	M3	3.53	63,540
Acero A-37 y A-60	4,080	Kg	79.70	325,176
Concreto simple de 3000 psi	572,000	M3	1.47	840,840
Codo 90° 4 " PVC	45,955	UND	2	91,910
Niple PVC 4" RDE 64	27,895	m	3.00	83,685
Codo lamina 90° 4" mango brida-espigo roscado (0,6 x 1) con Tapon	450,000	UND	1	450,000
Niple PVC 6" para encamizado	209,150	m	0.8	167,320
Codo 90° 3 " PVC	21,373	UND	2	42,746
Niple PVC 3" RDE 41	9,694	m	3.00	29,082
<b>SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE TIPO 2.2</b>				<b>2,094,299</b>
<b>TOTAL VALOR CAMARAS DE QUIEBRE TIPO 2.2</b>	2,094,299	UND	2	<b>4,188,598</b>
<b>VALOR TOTAL CAMARAS QUIEBRE TIPO 2</b>				<b>\$ 6,220,474</b>
<b>CAMARAS DE QUIEBRE TIPO 3</b>				
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 3.1</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro	18,000	M3	2.90	52,200
Acero A-37 y A-60	4,080	Kg	69.40	283,152
Concreto simple de 3000 psi	572,000	M3	1.27	726,440
Codo lamina 90° 4" mango brida-espigo roscado (0,5 x 0.9) con Tapon	450,000	UND	1	450,000
Niple PVC 6" para encamizado RDE 13,5	75,540	m	0.7	52,878
Codo 90° 3 " PVC	21,373	UND	2	42,746
Niple PVC 3" RDE 41	9,694	m	3.00	29,082
<b>SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE TIPO 3.1</b>				<b>1,636,498</b>
<b>TOTAL VALOR CAMARAS DE QUIEBRE TIPO 3.1</b>	1,636,498	UND	1.0	<b>1,636,498</b>
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 3.2</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro	18,000	M3	2.90	52,200
Acero A-37 y A-60	4,080	Kg	69.40	283,152
Concreto simple de 3000 psi	572,000	M3	1.27	726,440
Codo lamina 90° 3" mango brida-espigo roscado (0,5 x 0.9) con Tapon	400,000	UND	1	400,000
Niple PVC 6" para encamizado RDE 13,5	75,540	m	0.7	52,878
Codo 90° 2 " PVC	6,365	UND	2	12,730
Niple PVC 2" RDE 41	4,722	m	3.00	14,166
<b>SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE TIPO 3.2</b>				<b>1,541,566</b>
<b>TOTAL VALOR CAMARAS DE QUIEBRE TIPO 3.2</b>	1,541,566	UND	3	<b>4,624,698</b>
<b>VALOR TOTAL CAMARA QUIEBRE TIPO 3</b>				<b>\$ 6,261,196</b>
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 4</b>				
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 4.1</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro	18,000	M3	0.95	17,100
Acero A-37 y A-60	4,080	Kg	29.3	119,544
Concreto simple de 3000 psi	456,000	M3	0.57	259,920
Codo lamina 90° 3" mango brida-espigo roscado (0,5 x 0.9) con Tapon	400,000	UND	1	400,000
Niple PVC 6" para encamizado RDE 13,5	75,540	m	0.4	30,216
Codo 90° 2 " PVC	6,365	UND	2	12,730
Niple PVC 2" RDE 41	4,722	m	3.00	14,166
<b>SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE TIPO 4.1</b>				<b>853,676</b>
<b>TOTAL VALOR CAMARAS DE QUIEBRE TIPO 4.1</b>	853,676	UND	1	<b>853,676</b>
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 4.2</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro	18,000	M3	0.95	17,100
Acero A-37 y A-60	4,080	Kg	29.3	119,544
Concreto simple de 3000 psi	456,000	M3	0.57	259,920
Codo HG 90° 2" con niples roscado (0,5x 0.5) con Tapon	230,000	UND	1	230,000
Niple PVC 4" RDE 13,5	29,878	m	0.40	11,951
Codo 90° 1 1/2" PVC	3,885	UND	2	7,770
Niple PVC 1 1/2" RDE 26	4,666	m	3.00	13,998
<b>SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE TIPO 4.2</b>				<b>660,283</b>
<b>TOTAL VALOR CAMARAS DE QUIEBRE TIPO 4.2</b>	660,283	UND	3	<b>1,980,850</b>
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 4.3</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro	18,000	M3	0.95	17,100
Acero A-37 y A-60	4,080	Kg	29.3	119,544
Concreto simple de 3000 psi	456,000	M3	0.57	259,920
Codo HG 90° 1 1/2" con niples roscado (0,5x 0.5) con Tapon	200,000	UND	1	200,000
Niple PVC 4" para encamizado RDE 13,5	35,570	m	0.40	14,228
Codo 90° 1" PVC	1,082	UND	2	2,164

ITEM	V/U (\$)	UND	CANT	V/T (\$)
Niple PVC 1" RDE 26	2,444	m	3.00	7,332
<b>SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE TIPO 4.3</b>				<b>620,288</b>
<b>TOTAL VALOR CAMARAS DE QUIEBRE TIPO 4.3</b>	620,288	UND	2	<b>1,240,576</b>
<b>VALOR TOTAL CAMARA QUIEBRE TIPO 4</b>				<b>\$ 4,075,102</b>
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 5</b>				
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 5.1</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro	18,000	M3	0.80	14,400
Acero A-37 y A-60	4,080	Kg	25.4	103,632
Concreto simple de 3000 psi	572,000	M3	0.5	286,000
Codo lamina 90° 3" mango brida-espigo roscado (0,5 x 0.9) con Tapon	400,000	UND	1	400,000
Niple PVC 6" para encamizado RDE 13,5	75,540	m	0.4	30,216
Codo 90° 2" PVC	6,365	UND	2	12,730
Niple PVC 2" RDE 41	4,722	m	3.00	14,166
<b>SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE TIPO 5.1</b>				<b>861,144</b>
<b>TOTAL VALOR CAMARAS DE QUIEBRE TIPO 5.1</b>	861,144	UND	2	<b>1,722,288</b>
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 5.2</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro	18,000	M3	0.80	14,400
Acero A-37 y A-60	4,080	Kg	25.4	103,632
Concreto simple de 3000 psi	572,000	M3	0.5	286,000
Codo HG 90° 2" con niples roscado (0,5x 0.5) con Tapon	230,000	UND	1	230,000
Niple PVC 4" RDE 13,5	29,878	m	0.40	11,951
Codo 90° 1 1/2" PVC	3,885	UND	2	7,770
Niple PVC 1 1/2" RDE 26	4,666	m	3.00	13,998
<b>SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE TIPO 5.2</b>				<b>667,751</b>
<b>TOTAL VALOR CAMARAS DE QUIEBRE TIPO 5.2</b>	667,751	UND	2	<b>1,335,502</b>
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 5.3</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro	18,000	M3	0.80	14,400
Acero A-37 y A-60	4,080	Kg	25.4	103,632
Concreto simple de 3000 psi	572,000	M3	0.5	286,000
Codo HG 90° 1 1/2" con niples roscado (0,5x 0.5) con Tapon	200,000	UND	1	200,000
Niple PVC 4" para encamizado RDE 13,5	35,570	m	0.40	14,228
Codo 90° 1" PVC	1,082	UND	2	2,164
Niple PVC 1" RDE 26	2,444	m	3.00	7,332
<b>SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE TIPO 5.3</b>				<b>627,756</b>
<b>TOTAL VALOR CAMARAS DE QUIEBRE TIPO 5.3</b>	627,756	UND	1	<b>627,756</b>
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 5.4</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro	18,000	M3	0.80	14,400
Acero A-37 y A-60	4,080	Kg	25.4	103,632
Concreto simple de 3000 psi	572,000	M3	0.5	286,000
Codo HG 90° 1 1/4" con niples roscado (0,5x 0.5) con Tapon	200,000	UND	1	200,000
Niple PVC 4" para encamizado	29,878	m	0.40	11,951
Codo 90° 1" PVC	3,885	UND	2	7,770
Niple PVC 1" RDE 26	4,666	m	3.00	13,998
<b>SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE TIPO 5.4</b>				<b>637,751</b>
<b>TOTAL VALOR CAMARAS DE QUIEBRE TIPO 5.4</b>	637,751	UND	1	<b>637,751</b>
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 5.5</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro	18,000	M3	0.80	14,400
Acero A-37 y A-60	4,080	Kg	25.4	103,632
Concreto simple de 3000 psi	572,000	M3	0.5	286,000
Codo HG 90° 1" con niples roscado (0,5x 0.5) con Tapon	160,000	UND	1	160,000
Niple PVC 3" para encamizado	12,737	m	0.40	5,095
Codo 90° 3/4" PVC	552	UND	2	1,104
Niple PVC 3/4" RDE 26	1,607	m	3.00	4,821
<b>SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE TIPO 5.5</b>				<b>575,052</b>
<b>TOTAL VALOR CAMARAS DE QUIEBRE TIPO 5.5</b>	575,052	UND	2	<b>1,150,104</b>
<b>CAMARA DE QUIEBRE TIPO 5.6</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro	18,000	M3	0.80	14,400
Acero A-37 y A-60	4,080	Kg	25.4	103,632
Concreto simple de 3000 psi	572,000	M3	0.5	286,000
Codo HG 90° 3/4" con niples roscado (0,5x 0.5) con Tapon	110,000	UND	1	110,000
Niple PVC 2" para encamizado	4,722	m	0.40	1,889
Codo 90° 3/4" PVC	552	UND	2	1,104
Niple PVC 3/4" RDE 26	1,607	m	3.00	4,821
<b>SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE TIPO 5.6</b>				<b>521,846</b>

ITEM	V/U (\$)	UND	CANT	V/T (\$)
<b>TOTAL VALOR CAMARAS DE QUIEBRE TIPO 5.6</b>	521,846	UND	2	<b>1,043,692</b>
<b>VALOR TOTAL CAMARA QUIEBRE TIPO 5</b>				<b>\$ 6,517,093</b>
<b>SUBTOTAL 2.1.5. CAMARAS DE QUIEBRE DE PRESIÓN</b>				<b>\$ 27,660,834</b>
<b>2.1.6. REPLANTEO TOPOGRÁFICO</b>				
LÍNEA DE CONDUCCIÓN PRINCIPAL Y DISTRIBUCIÓN (TRAZADO Y DIRECCIÓN PARA EXCAVACIONES)	\$ 200,000	Km	20	\$ 4,000,000
LOCALIZACIÓN DE OBRAS HIDRAULICAS	\$ 50,000	OBR A	73	\$ 3,650,000
LOCALIZACIÓN DE TOMAS PREDIALES	\$ 50,000	UND	137	\$ 6,850,000
SISTEMAS DE RIEGO EN PARCELAS DEMOSTRATIVAS DE USO RACIONAL DE AGUA	\$ 200,000	Ha	66.25	\$ 13,250,000
<b>SUBTOTAL 2.1.6.</b>				<b>\$ 27,750,000</b>
<b>SUBTOTAL 2.1. (2.1.1 + 2.1.2 + 2.1.3 + 2.1.4 + 2.1.5 + 2.1.6)</b>				<b>\$ 345,906,238</b>
<b>ADMINISTRACION (7%)</b>				<b>\$ 24,213,437</b>
<b>UTILIDAD (3%)</b>				<b>\$ 10,377,187</b>
<b>IVA SOBRE UTILIDAD 16%</b>				<b>\$ 1,660,350</b>
<b>TOTAL 2.1</b>				<b>\$ 382,157,212</b>
<b>2.2. CONTRAPARTIDA EN MANO DE OBRA (ÍTEM)</b>	<b>V/U (\$)</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>V/T (\$)</b>
<b>2.2.1. MANO DE OBRA NO CALIFICADA (USUARIOS)</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro Para Cajillas Tipo 1	\$ 15,000	M3	11.52	\$ 172,800
Excavación considerando todo factor y retiro Para Cajillas Tipo 2	\$ 15,000	M3	10.08	\$ 151,200
Excavación considerando todo factor y retiro Para Cajillas Tipo 3	\$ 15,000	M3	3.24	\$ 48,600
Excavación considerando todo factor y retiro Para Cajillas Prediales	\$ 15,000	M3	80.56	\$ 1,208,340
Excavación en tierra considerando todo factor y retiro Para Bocatoma Las Minas	\$ 15,000	M3	3	\$ 45,000
Excavación bajo agua para concreto Bocatoma Las Minas	\$ 320,000	M3	12	\$ 3,840,000
Excavación considerando todo factor y retiro Desarenador Las Minas	\$ 15,000	M3	80	\$ 1,200,000
Excavación considerando todo factor y retiro Desarenador Caparrosa	\$ 15,000	M3	50	\$ 750,000
Excavación (0.6x 0.8 mts) Para tubería de f: 6", 4", 3"	\$ 4,000	ML	6210	\$ 24,840,000
Excavación (0.4x 0.6 mts) Para tubería de f: 2", 1 1/2", 1 1/4"	\$ 2,500	ML	6534	\$ 16,335,000
Excavación (0.3x 0.6 mts) Para tubería de f: 1", 3/4", 1/2"	\$ 1,800	ML	78186	\$ 140,734,800
Tapado Para tubería de f: 6", 4", 3"	\$ 2,000	ML	6210	\$ 12,420,000
Tapado Para tubería de f: 2", 1 1/2", 1 1/4"	\$ 1,000	ML	6534	\$ 6,534,000
Tapado Para tubería de f: 1", 3/4", 1/2"	\$ 500	ML	78186	\$ 39,093,000
Transporte interno materiales- tubería	\$ 200	ML	90930	\$ 18,186,000
<b>SUBTOTAL 2.2.1.</b>				<b>\$ 265,558,740</b>
<b>TOTAL 2.2.</b>				<b>\$ 265,558,740</b>
<b>TOTAL 2.</b>				<b>\$ 647,715,952</b>
<b>TOTAL INVERSIONES PROYECTO (1 + 2)</b>				<b>\$ 1,972,230,619</b>

## CONCLUSIONES

- La zona de influencia del proyecto, posee las siguientes características climáticas medias anuales: temperatura de 20,4°C, humedad relativa de 83.0%, brillo solar de 1447.8, horas, evaporación de 1099.6 mm y precipitación desde 1251.7 a 1543.0 mm, teniendo como mes de máximas lluvia Mayo (170,87 mm) y de mínimas lluvias agosto (95.39 mm).
- El área del proyecto presenta una evapotranspiración potencial promedio aproximada de 1128.11 mm al año. Los periodos críticos en que se requiere la mayor aplicación del riego son enero, Febrero, Agosto, octubre y diciembre, con valores de evapotranspiración que oscilan entre 29.33 mm a 31.82 mm, teniendo como mes de mayor necesidad enero (31.82 mm).
- El caudal requerido de diseño para el proyecto se estimó en 62.5 lt/s y el módulo de riego se estimó en 0.362 lt/s/Ha que está dentro del rango considerado por el INCODER (0,5 lt/s/Ha).
- Los estudios de sedimentología realizados en el Laboratorio de Aguas de la Universidad Surcolombiana al agua de las quebradas La Mina y Caparrosa no presenta sólidos sedimentables para hacer la prueba de sedimentología. Por tal razón se optó por realizar un estudio granulométrico de partículas de fondo, para considerar el tamaño de las partículas para el diseño del desarenador, donde se obtuvo que el mayor porcentaje de partículas fueron retenidas en el fondo consideradas arenas muy finas, porcentajes tenidos en cuenta para el diseño de los desarenadores.
- Teniendo en cuenta lo manifestado por el Laboratorio de Calidad de Aguas de la Universidad Surcolombiana el agua de las quebradas Las Minas y Caparrosa, presenta una calidad BUENA para el riego de los cultivos.
- De acuerdo con la clasificación de los suelos en la zona de influencia del proyecto, estos son en general superficiales a profundos y moderadamente profundos bien drenados, presenta contenido de materia orgánica bajo y grado de fertilidad media.
- De acuerdo con la evaluación hidráulica realizada a la Bocatoma existente en Caparrosa cuenta con las dimensiones y condiciones apropiadas que se requieren, siendo necesario unos arreglos en la rejilla, un pañete impermeabilizado y concreto en zonas donde presente erosión.
- Una vez conocida la disponibilidad de toda la red de conducción y distribución existente se realizó la evaluación de esta mediante el programa de simulación y cálculo hidráulico **EPANETO 2.0** el cual arrojó como resultado la instalación de válvulas de control de flujo, aire y lavado. Con esto se garantizará la

entrega de agua apta para riego bajo las condiciones de presión y caudal adecuadas para el correcto funcionamiento de la regadora en cada uno de los predios.

- A partir del caudal de diseño calculado y el modulo de riego estimado se realizó el diseño hidráulico para cada una las parcelas demostrativas de uso racional, las cuales presentan diverso hectariaje que oscila entre 0.5 y 2.0.

## RECOMENDACIONES

- Es indispensable que la comunidad reciba un programa o campaña de capacitación sobre la importancia de protección, mantenimiento de las obras de captación y conducción, funcionamiento de las mismas, uso racional de agua y reforestación de zonas verdes, para de esta manera evitar su deterioro.
- Con el fin de mejorar las condiciones físico químicas del suelo se requiere la aplicación de enmienda para neutralizar la acidez intercambiable del suelo, aplicar abonamiento orgánico como la bovinaza, porquinaza, bocashi, etc. Se recomienda consultar con el asistente técnico del cultivo.
- Se deben implementar programas que promuevan la tecnificación y la diversificación de cultivos (transferencia de tecnología y asistencia técnica), recuperando la vocación agrícola del área en actividades diferentes, que permitan un desarrollo sostenible.

## BIBLIOGRAFIA

Acosta A., Guillermo. Manual de hidráulica México Ed. Harla 1976.

Amezquita C., Edgar y otros. Fundamentos para la Interpretación de Análisis de suelos, plantas y Aguas para riego. 2ª ed. Santa fe de Bogotá: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1991. 323 Pág.

Cifuentes P Miguel Germán. Aspersión una alternativa de riego en proyectos productivo, especialista en Ingeniería de Irrigación, revista disponible en la oficina de dicho autor Universidad Surcolombiana. Neiva – Huila Septiembre 2007.

Cifuentes P Miguel Germán. Instalación, Administración, Operación y Mantenimiento, Proyectos de Irrigación a Pequeña Escala, revista disponible en la oficina de dicho autor Universidad Surcolombiana. Neiva – Huila Septiembre 2006.

Cifuentes P Miguel Germán. Talleres para el rediseño de sistemas de riego a presión, de autoría del Ingeniero Agrícola, especialista en Ingeniería de Irrigación, disponibles en la oficina de dicho autor Universidad Surcolombiana.

Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes Decreto 400, NSR-98.

Corcho Romero Freddy Hernán, Duque Serna José Ignacio. Acueductos teoría y diseño. 1993. Medellín. 183 - 204 p.

Heno S., Jesús Eugenio. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas. Bogotá: Universidad Santo Tomas - Centro de Enseñanza Descentralizada, 1988. P 31-42, 57-69.

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Manual de riego y drenaje Bogotá. El instituto, 1986.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. Registros de Estación Meteorológica, 2008.

Linsley, Kohler y Paulus. Hidrología para Ingenieros. 2ª Edición. Bogotá: McGraw Hill Latinoamericana, 1977.

López Cualla Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería. 153 -168 p.

Materón Muñoz Hernán. Obras Hidráulicas Rurales. Ed. Universidad del Valle, 1997, Cap. 3.



Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos. Sistemas de riego. Medellín: Centro de publicaciones de la Universidad Nacional de Colombia, 1988. 283 Pág.

Términos de referencia acordados por el AIS para la convocatoria de riego del 2009 propuesta por el Ministerio de Agricultura, disponibles en la página web.

Palacios, Oscar y Aceves, E. Instructivo para el muestreo, registros de datos e interpretación de la calidad del agua de riego. México: Chapingo, 1974. 49p.

Vélez O., María Victoria y Otros. Hidrología para el diseño de obras civiles con énfasis en la información escasa. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín, 1.993. p.2-3.

# **ANEXOS**

## ANEXO A. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

Con base en la información obtenida previamente en campo se realizó el trazado de la red obteniendo los siguientes puntos:

### Estudio Topografía. Cartera de Campo – Levantamiento Topográfico Bocatoma – Desarenador

QUEBRADA LAS MINAS			
PI	ESTE	NORTE	COTA
1	784090	715350	1440.80185
2	784110	715350	1433.3516
3	784120	715360	1429.05631
4	784130	715370	1425.62755
5	784130	715380	1423.26934
6	784130	715390	1420.72627
7	784120	715390	1423.95393
8	784120	715400	1421.34523
9	784110	715410	1421.94662
10	784110	715400	1424.62391
11	784110	715390	1426.42641
12	784120	715380	1426.05929
13	784120	715370	1427.24213
14	784110	715360	1431.43023
15	784100	715360	1434.82046
16	784100	715350	1436.57669
17	784080	715360	1442.01161
18	784090	715360	1438.44882
19	784100	715370	1432.56346
20	784110	715380	1427.67582
21	784100	715400	1426.77891
22	784070	715430	1426.85388
23	784080	715430	1425.67699
24	784100	715420	1422.62863
25	784090	715420	1425.50666
26	784080	715420	1428.39754
27	784100	715410	1425.17622
28	784090	715410	1427.44845
29	784080	715410	1430.95324
30	784080	715400	1433.22676
31	784090	715400	1430.12474
32	784090	715390	1431.91823
33	784100	715390	1428.31405
34	784100	715380	1430.36257
35	784090	715370	1436.3291
36	784090	715380	1434.18622
37	784080	715370	1439.83973
38	784070	715370	1443.28916
39	784070	715380	1441.32315
40	784080	715380	1437.71501
41	784080	715390	1435.65464
42	784070	715390	1438.89531
43	784050	715380	1447.58904
44	784060	715380	1444.55768
45	784020	715390	1449.76642
46	784030	715390	1448.30288
47	784040	715390	1446.5161
48	784050	715390	1444.47401
49	784060	715390	1441.9448
50	784070	715400	1436.24302
51	784070	715420	1430.21074

QUEBRADA LAS MINAS			
PI	ESTE	NORTE	COTA
52	784070	715410	1433.31558
53	784060	715410	1435.4554
54	784060	715400	1438.83492
55	784050	715400	1440.95021
56	784050	715410	1437.24534
57	784060	715420	1431.77506
58	784060	715430	1427.86937
59	784050	715440	1425.92262
60	784050	715420	1433.33432
61	784050	715430	1429.59207
62	784040	715450	1426.20435
63	784020	715460	1430.51848
64	784030	715450	1427.05432
65	784020	715450	1427.90401
66	784010	715450	1428.89411
67	784010	715460	1431.14751
68	784010	715470	1433.93847
69	784000	715470	1434.8094
70	783990	715470	1435.71712
71	784000	715460	1432.09052
72	784000	715450	1430.10339
73	784010	715400	1447.34838
74	784020	715400	1445.8227
75	784030	715400	1444.34607
76	784040	715400	1442.77687
77	784040	715410	1438.9149
78	784040	715420	1434.94354
79	784040	715440	1427.42548
80	784040	715430	1430.83836
81	784030	715440	1428.73912
82	784030	715430	1432.26244
83	784030	715420	1436.38885
84	784030	715410	1440.35516
85	784020	715410	1441.85364
86	783990	715410	1446.12215
87	784000	715410	1444.69434
88	784010	715410	1443.19151
89	784020	715420	1437.79642
90	784020	715440	1429.52442
91	784020	715430	1433.56209
92	783990	715420	1441.48325
93	784000	715420	1440.32983
94	784010	715420	1439.0195
95	784010	715430	1434.70438
96	784010	715440	1430.28473
97	784000	715440	1431.632
98	784000	715430	1435.72917
99	783990	715430	1437.40843
100	783990	715440	1433.78474
101	783990	715450	1431.87647
102	783990	715460	1433.81349
103	783980	715460	1434.78746
104	783970	715450	1435.23919
105	783980	715450	1433.84088
106	783980	715440	1435.67067
107	783970	715440	1436.65889
108	783980	715430	1438.91248
109	783980	715420	1443.05575
110	783980	715410	1447.573
111	783970	715410	1449.01387
112	783970	715420	1444.39459
113	783940	715430	1443.52982

QUEBRADA LAS MINAS			
PI	ESTE	NORTE	COTA
114	783970	715430	1439.97494
115	783960	715420	1445.72684
116	783960	715430	1440.96772
117	783950	715430	1442.0107
118	783960	715440	1437.57047
119	783950	715440	1438.38735
120	783940	715440	1439.21122
121	783950	715450	1436.64916
122	783960	715450	1436.04202
123	783960	715460	1436.9562
124	783970	715460	1435.86619
125	783980	715470	1436.70416
126	783980	715480	1438.87999
127	783990	715480	1437.9885
128	783990	715490	1440.07388
129	783980	715490	1440.76813
130	783970	715480	1439.74051
131	783960	715470	1438.69707
132	783950	715460	1437.6285
133	783940	715450	1437.32299
134	783930	715440	1440.02246

**Estudio Topografía. Cartera de Campo – Levantamiento Topográfico línea  
Conducción Quebrada Caparrosa**

QUEBRADA CAPARROSA			
PI	ESTE	NORTE	COTA
1	785340	716020	1561.85837
2	785340	716030	1560.94146
3	785340	716040	1560.52652
4	785340	716050	1560.09469
5	785340	716060	1543.48912
6	785340	716070	1549.49347
7	785330	716020	1562.46208
8	785330	716030	1561.78487
9	785330	716040	1561.48711
10	785330	716050	1561.06556
11	785330	716060	1560.08968
12	785330	716070	1553.68384
13	785320	716020	1563.02337
14	785320	716030	1562.56926
15	785320	716040	1562.31884
16	785320	716050	1561.74649
17	785320	716060	1560.19249
18	785320	716070	1556.19679
19	785310	716020	1563.57907
20	785310	716030	1563.30768
21	785310	716040	1563.02505
22	785310	716050	1561.91598
23	785310	716060	1560.44468
24	785310	716070	1557.6631
25	785300	716070	1558.94431
26	785300	716060	1560.57329
27	785300	716050	1562.00949
28	785300	716040	1563.24703
29	785300	716030	1563.99168
30	785290	716020	1564.79924
31	785300	716020	1564.17237
32	785270	716020	1566.04975
33	785280	716020	1565.48763
34	785280	716030	1564.51638
35	785290	716030	1564.35646

QUEBRADA CAPARROSA			
PI	ESTE	NORTE	COTA
36	785290	716040	1563.29279
37	785290	716050	1562.16826
38	785290	716060	1560.64638
39	785290	716070	1559.77857
40	785280	716070	1560.0601
41	785280	716060	1560.4211
42	785280	716050	1561.83978
43	785280	716040	1563.2001
44	785270	716040	1563.14643
45	785270	716030	1564.57687
46	785260	716030	1564.55127
47	785260	716020	1566.31897
48	785230	716020	1569.8563
49	785250	716020	1566.46602
50	785240	716020	1567.34512
51	785240	716030	1565.21466
52	785250	716030	1564.63922
53	785250	716040	1563.10469
54	785260	716040	1563.05225
55	785260	716050	1561.36712
56	785270	716050	1561.79043
57	785270	716060	1560.32112
58	785270	716070	1560.3623
59	785260	716070	1560.85283
60	785260	716060	1560.58281
61	785250	716060	1561.33715
62	785250	716050	1561.48187
63	785240	716040	1563.22503
64	785230	716040	1563.9799
65	785230	716030	1567.48049
66	785220	716030	1570.61398
67	785210	716040	1570.41265
68	785240	716050	1562.31173
69	785230	716050	1563.38221
70	785220	716040	1565.66575
71	785240	716060	1562.19775
72	785230	716060	1563.17129
73	785220	716060	1564.2811
74	785220	716050	1564.64413
75	785210	716050	1567.42562
76	785200	716050	1570.18746
77	785200	716060	1568.3001
78	785210	716060	1565.85011
79	785210	716070	1565.39706
80	785220	716080	1564.15334
81	785220	716070	1564.13041
82	785230	716070	1563.13471
83	785240	716070	1562.26111
84	785250	716070	1561.49806
85	785250	716080	1562.42546
86	785260	716080	1562.96846
87	785260	716090	1566.02615
88	785250	716090	1565.75472
89	785240	716080	1562.66024
90	785230	716080	1563.41249
91	785230	716090	1564.85875
92	785240	716090	1565.17849
93	785240	716100	1568.66854
94	785250	716100	1568.91497
95	785250	716110	1571.81769
96	785250	716120	1574.6175
97	785240	716120	1574.51293
98	785240	716110	1571.81756

QUEBRADA CAPARROSA			
PI	ESTE	NORTE	COTA
99	785230	716100	1568.48688
100	785220	716090	1564.91143
101	785210	716080	1565.05252
102	785200	716070	1566.76815
103	785190	716060	1569.86695
104	785180	716080	1568.65483
105	785180	716070	1569.57229
106	785190	716070	1568.20445
107	785200	716080	1566.21171
108	785190	716080	1567.46202
109	785200	716090	1566.01971
110	785210	716090	1565.41905
111	785220	716100	1568.3281
112	785210	716100	1568.25583
113	785220	716110	1571.60674
114	785230	716110	1571.75665
115	785230	716120	1574.33871
116	785220	716120	1574.19834
117	785230	716130	1576.69105
118	785220	716130	1576.48888
119	785210	716120	1574.09319
120	785170	716080	1569.71498
121	785180	716090	1567.87611
122	785190	716090	1566.89732
123	785190	716100	1567.55827
124	785210	716110	1571.42071
125	785200	716110	1571.27868
126	785200	716100	1568.12098

**Estudio Topografía. Localización de los nodos en las tuberías de conducción y distribución principal y domiciliaria.**

NODO	ESTE	NORTE	COTA
CR01	785668.081	715540.751	1403.18
CR02	784804.843	715078.198	1405.86
CR03	784327.744	715449.409	1462.65
CR04	785037.733	715281.497	1459.88
CR05	784946.255	715113.434	1418.84
CR06	785082.94	714917.44	1390.17
CR07	784924.155	715250.653	1455.52
CR08	784872.606	714960.839	1380.44
CR09	784628.43	715563.009	1505.52
CR10	785178.898	715108.732	1418.28
CR11	785448.477	715275.478	1425.11
CR12	784945.055	715040.414	1401.47
CR13	785001.5	714765.961	1344.58
CR14	785275.159	715555.6	1510.9
CR15	785223.592	715250.298	1433.12
CR16	785491.043	715500.024	1463.72
CR17	785490.916	715392.705	1455.83
CR18	785105.439	715116.564	1422.64
CR19	785316.053	715309.933	1438.97
CR20	785199.921	715002.494	1407.09
CR21	784911.305	714740.621	1333.74
CR22	785247.617	714859.713	1392.2
CR23	784681.944	714697.744	1311.78
CR24	785173	715111	1418.88
CR25	785348.867	714819.763	1379.53
CR26	785286.399	714709.198	1366.28
CR27	785448.902	714694.622	1360.38
CR28	784714.431	714870.303	1353.07
CR29	784830.016	714716.377	1327.05
CR30	785199.133	715275.774	1440.93

NODO	ESTE	NORTE	COTA
CR31	785229.945	714975.905	1405.36
LM01	784749.984	713874.506	1149.17
LM02	783729.714	714293.935	1356.31
LM03	784012.445	714283.641	1315.71
LM04	784276.74	713746.724	1109.17
LM05	784086.285	714595.557	1382.32
LM06	783916.908	714447.501	1407.78
LM07	784354.0153	714276.7649	1250.54
LM08	784407.068	714758.922	1312.64
LM09	784358.854	714465.785	1285.88
LM10	784471.741	713913.559	1165.8
LM11	784477.212	713833.892	1140.61
LM12	784788.933	713864.502	1143.08
LM13	783953.637	714443.032	1394.22
LM14	784322.377	713744.457	1110.52
LM15	784194.236	714574.407	1328.44
LM16	784401.06	714387.18	1269.45
LM17	784108.32	714404.124	1327.15
LM18	784051.31	714202.827	1276.97
LM19	784236.206	714296.652	1263.06
LM20	784375.298	714252.231	1245.44
LM21	784369.127	713742.189	1110.44
LM22	784095.208	714611.036	1382.31
LM23	784452.595	714664.825	1289.44
LM24	784415.906	713764.262	1117.75
LM25	784564.176	713949.961	1175.63
LM26	784809.895	713705.157	1101.87
LM27	784542.936	713873.644	1154.43
LM28	784578.656	713957.688	1177.34
LM29	784814.253	713625.491	1078.61
LM30	784344.259	714361.801	1267.81
LM31	784389.308	714800.987	1319.35
LM32	784852.261	713761.533	1113.3
LM33	784014.779	714374.363	1349.38
LM34	784034.785	714347.785	1335.33
LM35	784461.075	714306.342	1247.7
LM36	783983.549	714322.399	1338.53
LM37	784552.081	714076.104	1203.62
LM39	784456.014	713792.98	1126.71
LM40	784525.6798	714297.7322	1233.25
SC02	785341.824	714512.194	1322.13
SC03	784922.849	714149.793	1217.21
SC04	784917.2	714078.991	1195.75
SC05	785093.17	714156.23	1238.18
SC06	785206.68	714129.543	1246.33
SC07	786144.409	714516.779	1194.57
SC08	785315.788	714146.01	1261.01
SC09	786093.03	714368.583	1170.99
SC10	784993.328	714445.117	1276.59
SC11	785430.008	713777.447	1180.8
SC12	784882.187	714592.399	1300.72
SC13	785604.293	714313.84	1262.78
SC14	785237.929	714198.102	1259.93
SC15	784879.561	714254.952	1233.89
SC16	785149.578	713849.693	1163.47
SC17	785318.818	713883.791	1198.16
SC18	785321.872	714584.133	1339.59
SC19	784858.682	714484	1278.34
SC20	785095.46	714210.441	1247.53
SC21	785434.423	713745.356	1173.02
SC22	785377.676	714707.983	1366.24
SC23	785843.074	713849.982	1134.79
SC24	785027.659	714295.713	1252.49
SC25	785432.063	713631.401	1142.62



NODO	ESTE	NORTE	COTA
SC26	785988.141	714154.068	1168.59
SC27	784807.229	714274.953	1229.86
SC28	785628.513	714085.896	1224.3
SC29	785746.887	713462.859	1079.7
SC30	785444.301	714569.605	1336.34
SC31	785497.697	714539.67	1324.6
SC32	785310.037	713988.909	1223.07
SC33	785451.612	714162.445	1259.58
SC34	786221.314	714599.667	1193.91
SC35	786225.511	714382.81	1124.35
SC36	786275.871	714610.667	1181.85
SC37	785494.124	714341.63	1276.18
SC38	785158.745	714070.961	1226.4
SC39	785791.81	713800.255	1133.51
SC40	785189.115	714337.565	1268.42
SC41	786206.792	714556.535	1189.63
SC42	785434.813	714076.166	1247.43
SC43	785316.1	713466.685	1054.35
SC44	785998.133	714131.928	1163.38
SC45	784804.863	714156.571	1204.84
SC47	785467.116	714093.831	1247.77
SC48	785535.598	713641.236	1150.6
SC49	785266.913	714233.472	1265.82
SC50	785011.004	714332.244	1257.46
SC51	784820.99	714614.599	1304.22
SC52	785193.186	714014.494	1217.8
SC54	785652.634	713772.759	1158.24
SC55	786179.08	714655.036	1200.89
SC56	785004.708	714655.318	1320.98
SC57	785413.773	714169.128	1261.67
SC58	785564.158	714261.887	1255.84
SC59	785542.844	714122.507	1243.54
SC60	785945.176	714533.609	1243.69
SC61	785468.204	714072.808	1243.71
SC62	784746.352	714567.113	1290.23
SC63	785374.199	713649.171	1134.95
SC64	785371.078	713833.942	1188.87
SC65	785353.134	713721.111	1154.49
SC66	785459.214	714000.903	1227.95
SC67	785957.551	714644.234	1251.03
SC68	785150.1639	714096.0976	1231.84
SC69	785692.3736	713416.8459	1074.82
SC70	785229.6839	714202.6729	1260.06
B_CAPARROSA	785216	716086	1564.73
B_MINAS	783961.3148	715449.7312	1436.03
D_CAPARROSA	785234	716052	1563.7
D_Q.MINAS	784002.999	715431.9996	1434.79
J1	784579.04	714280.22	1222.44
J10	784760.15	714221.62	1212.5
J100	785404	715938	1523.31
J101	785405	715924	1522.94
J102	785410	715909	1520.32
J103	785417	715903	1517.63
J104	785432	715842	1505.61
J105	785398	715738	1501.78
J106	785420	715604	1488.65
J107	785467	715513	1470.99
J108	785465.9516	715492.2909	1470.66
J109	785457.8175	715446.7854	1470.81
J11	785398.1971	715736.8379	1501.78
J110	785419.9938	715414.6878	1470.35
J111	785312.2164	715394.7792	1467.99
J113	785273	715359	1457.04
J114	785250	715288	1439.24

NODO	ESTE	NORTE	COTA
J116	785174	715253	1438.45
J117	785142	715062	1415.83
J118	785160	715026	1409.57
J119	785210	714943	1402.54
J12	784788.13	714171.42	1205.42
J120	785237.8378	714944	1402.51
J121	785249.2948	714915.1804	1399.23
J122	785270.3823	714898.395	1395.12
J123	785295.8958	714878.0864	1389.41
J124	785313.1896	714850.2115	1385.93
J125	785333.1767	714681.5563	1362.76
J126	785405	714633	1352.1
J127	785452	714618	1346.59
J128	785498	714596	1338.07
J13	785041.0886	714153.7821	1230.73
J132	785275.0777	714218.8612	1264.61
J14	784991.2717	714182.0755	1230.54
J141	785432.896	713671.6247	1155.36
J15	785140	715131	1424.16
J16	785132.2638	715181.6031	1431.62
J17	785123.6631	715180.9757	1431.88
J175	786109.6217	714416.4397	1175.63
J177	786200.6356	714604.8526	1198.68
J18	785103.3652	715181.5019	1433.13
J180	785566	714592	1326.7
J19	785044.2348	715177.166	1435.53
J198	785138.668	715336.641	1460
J2	784619.56	714298.52	1221.94
J20	785029.7442	715176.6417	1435.92
J202	784520.7406	713933.9837	1171.67
J21	784525.8423	714297.6762	1233.25
J212	784436.9313	714338.8627	1256.48
J218	784028.4518	714356.1986	1339.76
J22	785198.5542	715275.2624	1440.93
J234	784728.2476	715555.7827	1508.2
J235	784769.277	715544.918	1510
J236	784818.882	715500.528	1510
J237	784860.665	715449.043	1510
J238	784918.733	715425.688	1510
J239	784956.811	715423.284	1510
J24	784829.8336	714712.6981	1327.05
J240	785003.874	715445.221	1510
J241	785097.803	715503.619	1510
J242	785147.944	715525.399	1510
J244	785344.98	715623.349	1510
J245	784432.109	714286.461	1247.44
J246	784313.7722	714834.7701	1349.97
J249	784314.976	714834.2015	1349.97
J25	785609	714583	1317.35
J250	784096.9694	714610.2585	1382.31
J251	784404.2316	714382.9	1269.45
J252	784462.596	714302.7407	1247.7
J254	784552.998	714071.6398	1203.62
J255	784579.3684	713957.3462	1177.34
J256	784790.2702	713862.09	1143.08
J257	784198.2655	714571.8177	1328.44
J258	783956.3059	714439.9799	1394.22
J26	785583.0408	714559.8995	1317.23
J27	785570	714533	1313.47
J28	785571.7143	714481.1965	1301.79
J29	785554.9536	714465.1947	1300.78
J3	784655.6	714287.49	1219.63
J30	785555.6818	714437.6177	1294.24
J31	785519.3107	714405.6846	1291.48

NODO	ESTE	NORTE	COTA
J32	785490.0586	714366.9686	1282.8
J33	784013.3372	714281.9002	1315.71
J34	785538.3376	714291.2869	1263.77
J35	784471.8311	713912.3131	1165.8
J38	784003.1924	715431.936	1434.79
J39	785370	714647	1355.56
J4	784715.35	714258.58	1214.21
J40	785819.8821	714620.0481	1280
J41	785313.4385	714717.6962	1367.92
J42	785820.4838	714620.1507	1280
J43	785234.3281	716051.8361	1563.7
J44	785570.0101	714532.7792	1313.47
J45	786079.9785	714650.116	1225
J46	785315.1662	714821.5389	1383.74
J47	785167.5761	715007.6507	1408.3
J48	786084.78	714650.43	1225
J49	784872.2568	714960.6486	1380.44
J5	784946.8582	715135.2621	1424.14
J50	785139.2162	715103.3987	1420.31
J51	784025.31	714539.61	1395
J52	783923.37	714412.7	1395
J53	785251.8563	714913.1762	1399.23
J54	785100.87	714803.81	1367.52
J55	785311.8273	714477.8915	1310
J56	785311.6615	714477.6888	1310
J58	784077.8976	715406.9043	1431.94
J59	784130.4971	715339.9321	1430.77
J6	784914.2135	715128.5152	1421.32
J60	784176.8223	715286.1166	1429.05
J61	784206.2655	715229.2771	1426.59
J62	784214.5644	715189.8387	1426.81
J63	784215.8234	715126.8323	1424.07
J64	784213.9497	715091.986	1422.54
J65	784209.8685	715049.3264	1422.32
J66	784210.8171	715016.4331	1420.63
J67	784211.1327	714973.2074	1418.04
J68	784209.5643	714939.0468	1415.91
J69	784207.9972	714902.3717	1413.4
J7	784864.7883	715129.5454	1419.24
J70	784206.1218	714882.9164	1412.01
J71	784192.326	714848.7731	1410.6
J72	784174.5345	714804.6304	1406.82
J73	784162.5564	714783.2297	1405.65
J74	784132.6025	714739.9916	1402.42
J75	784106.8908	714699.8518	1398.27
J76	784088.9808	714650.8999	1394.81
J78	785098.4258	714802.8162	1367.52
J8	784844.969	715137.8298	1420.02
J80	785434.3411	713741.9883	1173.02
J81	785432.0113	713631.3264	1142.62
J82	785445.7116	713897.7703	1205
J83	785445.6762	713897.4315	1205
J84	785429.014	713778.4207	1180.8
J9	784817.1359	715140.5777	1419.13
J91	785250	716044	1563.23
J92	785279	716054	1561.21
J93	785329	716053	1560.67
J94	785345	716032	1560.43
J95	785349	716025	1560.42
J96	785354	716007	1560
J97	785361	716001	1557.97
J98	785361	715996	1555.76
J99	785391	715955	1527.32

## ANEXO B. ANALISIS HIDRAULICO DE LA RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

\*\*\*\*\*

\* **E P A N E T** \*  
\* **Análisis Hidráulico y de Calidad** \*  
\* **Para Redes de Distribución de Agua** \*  
\* **Version 2.0** \*

\* Traducción: Grupo REDHISP,UPV    Financ: Grupo Aguas de Valencia \*

\*\*\*\*\*

**Fichero Input: Simulacion de la Red de Conduccion y Distribucion.NET**

ID Linea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
P55	25	1,22	7,69	Abierta
P213	0,65	1,43	95,88	Abierta
P180	0,49	0,67	18,05	Abierta
P190	0,65	1,43	95,88	Abierta
P78	37,4	1,82	16,2	Abierta
P120	18,62	1,97	29,3	Abierta
P130	4,04	1,57	41,18	Abierta
P100	32,22	1,57	12,29	Abierta
P110	26,07	1,27	8,31	Abierta
P160	0,65	1,43	95,88	Abierta
P170	1,83	1,55	63,35	Abierta
P140	1,56	1	24,13	Abierta
P8	0,73	1,6	117,01	Abierta
P7	0,49	1,07	56,28	Abierta
P181	5,1	1,98	63,41	Abierta
P191	1,63	1,38	51,13	Abierta
P121	18,62	2,01	30,78	Abierta
P131	4,24	1,65	45,04	Abierta
P101	31,73	1,58	12,55	Abierta
P111	26,07	1,27	8,31	Abierta
P161	0,62	1,36	87,09	Abierta
P171	2,48	0,96	16,71	Abierta
P141	2,43	1,56	54,5	Abierta
P151	1,14	1,58	87,25	Abierta
P28	0,6	1,32	82,2	Abierta
P29	0,4	0,88	38,79	Abierta
P3	0,49	0,67	18,05	Abierta
P182	4,9	1,9	58,88	Abierta
P199	4,89	1,9	58,61	Abierta
P18	1,63	1,38	51,13	Abierta
P22	0,6	1,32	82,2	Abierta
P23	0,6	1,32	82,2	Abierta
P20	0,65	0,9	30,75	Abierta
P21	0,6	1,32	82,2	Abierta
P26	0,6	1,32	82,2	Abierta
P27	0,6	1,32	82,2	Abierta
P24	0,6	1,32	82,2	Abierta
P25	0,6	1,32	82,2	Abierta
P172	4,24	1,65	45,08	Abierta
P150	0,2	0,73	36,38	Abierta

ID Linea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
P152	1,76	1,49	59,19	Abierta
P183	4,57	1,78	51,83	Abierta
P193	0,65	1,43	95,88	Abierta
P123	11,66	2,13	47	Abierta
P133	4,24	1,64	45	Abierta
P103	31,2	1,52	11,58	Abierta
P5	0,49	0,67	18,05	Abierta
P163	1,76	1,49	58,94	Abierta
P173	4,89	1,9	58,74	Abierta
P143	3,32	1,29	28,71	Abierta
P153	0,53	1,91	218,03	Abierta
P79	37,4	1,82	16,2	Abierta
P98	32,22	1,57	12,29	Abierta
P184	2,81	1,8	71,45	Abierta
P194	0,98	0,38	2,98	Abierta
P92	35,44	1,73	14,66	Abierta
P93	35,44	1,73	14,66	Abierta
P90	37,4	1,86	17,03	Abierta
P91	37,4	1,86	17,02	Abierta
P96	33,19	1,62	12,99	Abierta
P97	33,19	1,62	12,99	Abierta
P94	33,19	1,62	12,99	Abierta
P95	33,19	1,62	12,99	Abierta
P154	0,33	1,18	89,89	Abierta
P185	2,48	1,59	56,86	Abierta
P195	0,98	0,38	2,98	Abierta
P125	8,95	1,56	25,66	Abierta
P135	0,62	0,85	27,93	Abierta
P105	28,56	1,39	9,83	Abierta
P115	20,79	2,19	35,93	Abierta
P165	1,42	1,95	129,13	Abierta
P175	6,31	1,1	13,42	Abierta
P155	0,65	1,43	95,88	Abierta
P34	0,94	1,3	61,14	Abierta
P35	0,33	0,72	26,56	Abierta
P186	1,24	1,71	100,82	Abierta
P196	0,33	1,18	89,89	Abierta
P2	0,25	0,89	52,96	Abierta
P126	7,24	1,26	17,32	Abierta
P136	1,96	1,25	36,52	Abierta
P106	27,25	1,33	9,01	Abierta
P116	20,55	2,17	35,15	Abierta
P166	1,82	1,54	62,4	Abierta
P176	6,31	1,1	13,42	Abierta
P146	0,98	1,35	65,16	Abierta
P156	0,25	0,89	52,96	Abierta
P57	25	1,22	7,68	Abierta
P68	16,37	1,73	23,07	Abierta
P69	8,28	1,44	22,21	Abierta
P187	0,62	1,36	87,09	Abierta
P197	0,49	1,77	190,48	Abierta
P63	23,7	1,15	6,96	Abierta
P60	23,7	1,15	6,96	Abierta
P61	23,7	1,15	6,96	Abierta
P66	17,67	1,87	26,58	Abierta
P67	17,34	1,83	25,68	Abierta
P64	19,09	2,02	30,69	Abierta

ID Linea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
P65	18,32	1,93	28,43	Abierta
P117	18,95	2	30,26	Abierta
P167	0,2	0,73	36,37	Abierta
P177	1,76	1,49	58,94	Abierta
P147	0,65	1,43	95,88	Abierta
P157	0,65	1,43	95,88	Abierta
P58	23,7	1,15	6,96	Abierta
P59	23,7	1,15	6,96	Abierta
P77	37,4	1,82	16,2	Abierta
P75	0,49	1,77	190,48	Abierta
P188	0,2	0,73	36,37	Abierta
P198	0,65	1,43	95,88	Abierta
P200	4,27	1,66	45,61	Abierta
P210	6,16	1,08	12,85	Abierta
P260	2,16	1,38	43,82	Abierta
P253	0,57	1,25	74,99	Abierta
P128	0,65	1,43	95,88	Abierta
P138	0,62	1,36	87,09	Abierta
P108	27,25	1,33	9,02	Abierta
P118	18,95	2	30,26	Abierta
P168	0,53	0,72	20,66	Abierta
P178	0,49	1,07	56,28	Abierta
P148	1,47	2,02	138,06	Abierta
P158	0,53	1,16	64,42	Abierta
P129	16,37	1,73	23,07	Abierta
P139	1,24	1,71	100,82	Abierta
P9	5,71	2,22	78,13	Abierta
P221	0,33	1,18	89,89	Abierta
P231	1,3	1,1	33,82	Abierta
P201	3,62	1,4	33,55	Abierta
P211	0,65	1,43	95,88	Abierta
P241	1,96	0,76	10,75	Abierta
P251	0,57	1,25	74,99	Abierta
P109	26,73	1,3	8,69	Abierta
P119	18,62	1,97	29,3	Abierta
P169	1,18	1,62	91,96	Abierta
P179	0,65	2,36	324,52	Abierta
P206	1,24	1,05	30,72	Abierta
P43	0,65	0,9	30,75	Abierta
P40	1,3	1,8	111	Abierta
P41	0,65	1,43	95,88	Abierta
P46	25	1,22	7,68	Abierta
P47	25	1,22	7,68	Abierta
P44	25	1,22	7,68	Abierta
P45	25	1,22	7,68	Abierta
P222	1,3	1,8	111	Abierta
P232	1,3	1,1	33,82	Abierta
P202	3,29	1,28	28,17	Abierta
P212	0,33	1,18	89,89	Abierta
P164	0,33	1,18	89,89	Abierta
P174	5,71	2,22	78,14	Abierta
P242	6,16	1,08	12,85	Abierta
P252	0,33	1,18	89,89	Abierta
P113	20,79	1,01	5,46	Abierta
P36	0,65	1,43	95,88	Abierta
P37	0,25	0,89	52,96	Abierta
P223	0,65	1,43	95,88	Abierta

ID Linea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
P233	1,3	1,1	33,82	Abierta
P203	2,67	1,71	65,07	Abierta
P6	0,49	0,67	18,04	Abierta
P243	6,16	1,08	12,85	Abierta
P240	1,96	0,76	10,75	Abierta
P250	0,2	0,73	36,37	Abierta
P224	0,33	1,18	89,89	Abierta
P234	1,3	1,1	33,82	Abierta
P204	2,35	1,5	51,14	Abierta
P214	0,57	1,25	75	Abierta
P244	6,16	1,08	12,85	Abierta
P254	2,16	1,38	43,82	Abierta
P12	2,44	0,43	2,31	Abierta
P13	2,45	0,43	2,32	Abierta
P10	6,16	1,08	12,85	Abierta
P11	0,2	0,44	10,74	Abierta
P16	2,45	0,95	16,25	Abierta
P17	1,96	1,65	71,67	Abierta
P14	2,45	0,95	16,25	Abierta
P15	2,45	0,95	16,25	Abierta
P225	1,14	1,57	86,68	Abierta
P215	0,57	1,25	74,99	Abierta
P124	4,6	0,82	7,86	Abierta
P134	1,27	0,49	4,84	Abierta
P104	28,76	1,4	9,96	Abierta
P114	20,79	1,01	5,46	Abierta
P235	1,3	1,1	33,82	Abierta
P205	1,86	1,57	65,1	Abierta
P144	4,63	1,8	52,99	Abierta
P245	6,16	1,08	12,85	Abierta
P255	11,04	1,93	37,85	Abierta
P192	0,65	1,43	95,88	Abierta
P4	0,49	0,67	18,05	Abierta
P122	12,31	2,19	48,65	Abierta
P132	1,3	1,8	111	Abierta
P102	31,2	1,52	11,58	Abierta
P112	20,79	1,01	5,46	Abierta
P162	1,11	1,53	82,1	Abierta
P142	3	1,92	80,59	Abierta
P226	0,49	1,77	190,48	Abierta
P236	1,3	1,1	33,82	Abierta
P220	0,9	1,97	173,11	Abierta
P216	4,89	1,9	58,74	Abierta
P88	37,4	1,82	16,2	Abierta
P89	37,4	1,82	16,19	Abierta
P246	6,16	1,08	12,85	Abierta
P256	11,04	2,09	46,08	Abierta
P82	37,4	1,82	16,2	Abierta
P83	37,4	1,82	16,19	Abierta
P80	37,4	1,82	16,2	Abierta
P81	37,4	1,82	16,19	Abierta
P86	37,4	1,82	16,2	Abierta
P87	37,4	1,82	16,2	Abierta
P84	37,4	1,82	16,19	Abierta
P85	37,4	1,82	16,2	Abierta
P72	2,41	1,55	53,83	Abierta
P73	1,76	1,49	58,94	Abierta

ID Linea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
P70	8,03	1,4	21	Abierta
P71	2,9	1,13	22,3	Abierta
P76	37,4	1,82	16,2	Abierta
P227	2,25	1,44	47,29	Abierta
P74	1,14	1,57	86,68	Abierta
P19	0,98	1,35	65,15	Abierta
P217	2,97	1,91	79,25	Abierta
P247	5,84	1,02	11,62	Abierta
P127	5,43	2,11	71,12	Abierta
P137	1,3	1,8	111	Abierta
P107	27,25	1,33	9,01	Abierta
P38	0,53	1,16	64,42	Abierta
P39	0,33	1,18	89,89	Abierta
P207	0,62	1,36	87,09	Abierta
P32	0,33	1,18	89,89	Abierta
P33	0,33	1,18	89,89	Abierta
P30	0,2	0,73	36,37	Abierta
P31	0,2	0,73	36,37	Abierta
P228	0,49	1,77	190,48	Abierta
P238	1,3	1,1	33,82	Abierta
P208	1,27	0,49	4,83	Abierta
P218	2,77	1,78	69,66	Abierta
P237	1,3	1,1	33,82	Abierta
P248	1,22	1,67	97,38	Abierta
P1	0,65	1,43	95,88	Abierta
P52	25	1,22	7,68	Abierta
P62	23,7	1,15	6,96	Abierta
P48	25	1,22	7,68	Abierta
P49	25	1,22	7,68	Abierta
P99	4,6	0,82	7,87	Abierta
P149	0,65	1,43	95,88	Abierta
P229	0,65	0,55	9,37	Abierta
P239	1,3	0,51	5,07	Abierta
P209	6,49	1,13	14,14	Abierta
P219	2,12	1,36	42,38	Abierta
P230	1,3	1,1	33,82	Abierta
P249	5,51	0,96	10,45	Abierta
P53	25	1,22	7,68	Abierta
P50	25	1,22	7,68	Abierta
P51	25	1,22	7,69	Abierta
P56	25	1,22	7,68	Abierta
P189	3,59	1,39	33,02	Abierta
P54	25	1,22	7,68	Abierta
P42	4,63	1,8	52,99	Abierta
P159	5,28	2,05	67,64	Abierta
CQ8	1,76	1,13	27,84	Activa Válvula
CQ9	3,29	1,28	30,42	Activa Válvula
CQ26	3,59	1,39	29,45	Activa Válvula
CQ16	2,43	1,56	25,31	Activa Válvula
CQ2	18,32	0,89	44,46	Activa Válvula
CQ3	17,67	1,87	50,92	Activa Válvula
CQ1	1,3	1,8	66,77	Activa Válvula
CQ6	8,03	1,4	38,59	Activa Válvula
CQ7	2,9	0,51	23,73	Activa Válvula
CQ4	16,37	1,73	51,46	Activa Válvula
CQ5	8,28	1,44	19,42	Activa Válvula
CQ21	4,89	1,9	36,6	Activa Válvula



ID Linea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
CQ14	31,2	1,55	52,19	Activa Válvula
CQ11	0,33	0,72	57,75	Activa Válvula
CQ20	0,6	1,32	66,87	Activa Válvula
CQ27	0,33	1,18	25,91	Activa Válvula
CQ10	2,97	1,91	31,83	Activa Válvula
D_Q.MINAS	25	1,22	0,89	Activa Válvula
CQ22	11,04	2,09	66,62	Activa Válvula
CQ29	0,65	0,9	44,06	Activa Válvula
CQ12	6,16	1,08	32,95	Activa Válvula
CQ19	5,71	2,22	88,92	Activa Válvula
D_CAPARROSA	37,4	1,82	0,4	Activa Válvula
CQ28	2,16	1,38	61,66	Activa Válvula
CQ13	35,44	1,73	54,5	Activa Válvula
1	20,79	1,01	37,49	Activa Válvula
2	4,63	1,8	57,13	Activa Válvula
4	4,04	0,7	12,11	Activa Válvula

## ANEXO C. PLANOS

### LISTA DE PLANOS PREDIALES

<b>PREDIO</b>	<b>NOMBRE USUARIO</b>
CR18	Dina Edilma España
CR19	Ernesto Trujillo Guamanga
CR20	Felisa Vargas Muñoz
CR30	Silvio Rojas
CR31	Yeison Arvey Portilla Rojas
LM13	Ferney Scarpeta Mazabel
LM17	Jesús Ernerlys Scarpeta Mazabel
LM22	José Neicer Scarpeta Mazabel
LM27	Moises Hoyos
SC14	Colbert Rene Meneses
SC15	Dagoberto Artunduaga
SC21	Edgar Valenzuela
SC25	José Ersai Molina Mazabel
SC32	Hemidez Lozano Chavarro
SC42	José Neicer Scarpeta Mazabel
SC44	Leonel Mazabel Muñoz
SC50	Marina Trujillo
SC58	Orlando Macias Hernandez
SC61	Pedro Perdomo Robles
SC62	Quinquiliano Cabrera
SC68	Maria Ruby Valenzuela
SC70	Luis Alber Artunduaga