

**DISEÑO HIDRAULICO DEL DISTRITO DE RIEGO DEL LLANO DE LA VIRGEN,  
MUNICIPIO DE ALTAMIRA - DEPARTAMENTO DEL HUILA**

**DIEGO ANDRES NARVAEZ TOVAR  
COD: 2001201200**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRÍCOLA  
NEIVA - HUILA  
2011**

**DISEÑO HIDRAULICO DEL DISTRITO DE RIEGO DEL LLANO DE LA VIRGEN,  
MUNICIPIO DE ALTAMIRA - DEPARTAMENTO DEL HUILA**

**DIEGO ANDRES NARVAEZ TOVAR**  
**COD: 2001201200**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial  
para optar al título de Ingeniero Agrícola

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, Marzo de 2011

## DEDICATORIA

A Dios, el ser que con su magia ilumina éste difícil caminar y engrandece esos pequeños momentos de alegría.

A la memoria de mi madre, que desde la inmensidad siempre ha sido, es y será el motor y el sostén espiritual de mi vida.

A mi papá, que siempre ha sido el reflejo de las cosas bien hechas y de la forma correcta, me ha brindado su amor y apoyo incondicional en este nuevo logro de mi vida.

A mis hermanos, que son una gran fuente de fortaleza y confianza constante para la superación de las diferentes etapas de este camino.

A mis sobrinos amados, ya que son la ternura y amor incondicional fuente de inspiración.

Y a todas aquellas personas que han forjado un pedazo de mi ser y me han acompañado en este difícil y largo camino.

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa 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 Jaime Izquierdo Bautista, Ingeniero Agrícola, profesor de la Universidad Surcolombiana, por su valiosa colaboración en la realización de este proyecto.

A Gladys Quino, secretaria del Programa Ingeniería 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 .....	17
1.2.2 Línea de Aducción .....	19
1.2.3 Desarenadores.....	19
1.2.4 Válvulas.....	20
1.2.5 Redes de conducción y distribución.....	20
1.2.5.1 Tipos de redes .....	21
<b>1.3 Criterios de Diseño Hidráulico de una Red.....</b>	<b>21</b>
1.3.1 Selección de Material de Diseño de las Redes .....	21
1.3.2 Criterios de Selección de las Tuberías .....	23
1.3.3 Determinación de las Perdidas en la Tubería .....	24
<b>2. METODOLOGIA .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1 Localización del proyecto .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2 Desarrollo del proyecto .....</b>	<b>25</b>
2.2.1 Recolección de información. ....	25
2.2.2 Trabajo de campo.....	26
2.2.3 Trabajo de oficina. ....	26
<b>2.3 Requerimientos técnicos y financieros del proyecto .....</b>	<b>26</b>
2.3.1 Aspectos Técnicos.....	26
2.3.2 Topografía y diseño de las obras .....	27
2.3.3 Aspectos financieros .....	30
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
<b>3.1 Aspectos Técnicos.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2 Topografía y diseño de obras.....</b>	<b>32</b>
3.2.1 Topografía.....	32
3.2.1.1 Levantamiento topográfico.....	32
3.2.1.2 Cartografía y planos .....	36
3.2.2 Geotecnia.....	36
3.2.3 Diseño hidráulico de la red de conducción y distribución .....	37
3.2.3.1 Red Principal .....	37

3.2.3.2	Distribución y Domiciliarias.....	38
3.2.3.3	Válvulas .....	39
3.2.4	Diseño de obras .....	41
3.2.4.1	Diseño de Obra de Toma.....	41
3.2.4.2	Diseño del Desarenador .....	48
3.2.4.3	Diseño de Pasos Elevados .....	54
3.2.4.4	Anclajes para Tubería en Cambios de Dirección .....	55
3.2.4.5	Encofrados para Protección de Tubería .....	59
3.2.4.6	Cajillas Prediales y Protección de Válvulas.....	60
3.2.4.7	Cámara de Quiebre de Presión .....	61
3.2.5	Diseño del sistema de riego intrapredial .....	61
3.2.5.1	Adecuación Predial.....	61
<b>3.3</b>	<b>Manual De Operación y Mantenimiento.....</b>	<b>71</b>
<b>3.4</b>	<b>Aspectos financieros .....</b>	<b>74</b>
3.4.1	Presupuesto.....	74
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>82</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>83</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>84</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> <i>Listado y localización de usuarios .....</i>	<b>33</b>
<b>Tabla 2.</b> <i>Lista de planos .....</i>	<b>36</b>
<b>Tabla 3.</b> <i>Tuberías conducción principal.....</i>	<b>38</b>
<b>Tabla 4.</b> <i>Descripción tuberías red de distribución.....</i>	<b>38</b>
<b>Tabla 5.</b> <i>Descripción válvulas de purga.....</i>	<b>39</b>
<b>Tabla 6.</b> <i>Descripción válvulas de doble efecto o trifuncionales .....</i>	<b>40</b>
<b>Tabla 7.</b> <i>Descripción válvulas de alivio de presión .....</i>	<b>41</b>
<b>Tabla 8.</b> <i>Dimensiones de anclajes tipo.....</i>	<b>56</b>
<b>Tabla 9.</b> <i>Coefficientes de fricción .....</i>	<b>58</b>
<b>Tabla 10.</b> <i>Capacidad portante del suelo .....</i>	<b>59</b>
<b>Tabla 11.</b> <i>Dimensiones de encofrados tipo.....</i>	<b>60</b>
<b>Tabla 12.</b> <i>Dimensiones de cajillas tipo.....</i>	<b>60</b>
<b>Tabla 13.</b> <i>Presupuesto detallado .....</i>	<b>74</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<i>Figura N° 1. Obra de Toma con Azud y Captación Lateral.....</i>	<b>17</b>
<i>Figura N° 2. Obra de Toma de Fondo .....</i>	<b>17</b>
<i>Figura N° 3. Bocatoma Lateral por Gravedad .....</i>	<b>18</b>
<i>Figura N° 4. Localización General del Proyecto .....</i>	<b>25</b>
<i>Figura N° 5. Imagen Satelital de la Zona del Proyecto .....</i>	<b>27</b>
<i>Figura N° 6. Modelación hidráulica EPANET 2.0 – Zona de distribución .....</i>	<b>37</b>
<i>Figura N° 7. Fuerzas Muro de Gravedad.....</i>	<b>42</b>

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b><i>ANEXO A. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DISEÑO HIDRAULICO DE LA RED DE CONDUCCIÓN .....</i></b>	<b>86</b>
<b><i>ANEXO B. ESTUDIO DE GEOTECNIA .....</i></b>	<b>114</b>
<b><i>ANEXO C. PLANOS .....</i></b>	<b>131</b>

## LISTA DE PLANOS GENERALES

<b>CODIGO</b>	<b>CONTIENE</b>	<b>CANTIDAD</b>
PG1/2	PLANTA GENERAL LINEAS DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION	2
PG2/2		
PP1/4	PLANTA – PERFIL CONDUCCION PRINCIPAL	4
PP2/4		
PP3/4		
PP4/4		
BD1/1	DETALLES CONSTRUCTIVOS BOCATOMA- DESARENADOR	1
PD1/2	PARCELAS DEMOSTRATIVAS	2
PD2/2		
<b>TOTAL.</b>		<b>9</b>

## RESUMEN

El Distrito de Riego de pequeña escala Asollano de la Virgen, se ubica en la zona norte del Municipio de Altamira, distante 15 kilómetros aproximadamente del casco urbano. Zona que presenta un gran desabastecimiento del recurso hídrico, razón por la cual mediante la aplicación de la ingeniería y basado en criterios técnicos y económicos, se proyecta la realización de unas obras para el suministro de agua a 89 familias con un área a irrigar de 487 has cultivables, por medio de sistemas de riego tecnificados como aspersión mediana.

El distrito de riego se plantea bajo la necesidad que se genera por la limitación de las actividades agropecuarias de la región, por el desabastecimiento del recurso hídrico, ya que se encuentran restringidas a los ciclos de las lluvias. El proyecto proveería del recurso agua, mediante la implementación de obras de infraestructura para la captación de aguas de la Quebrada La Pescada, cerca de la inspección de policía de San Antonio del Pescado, por medio de una bocatoma lateral con muro transversal, y el desarenado con una obra tipo convencional desde donde se realiza una conducción por tubería PVC, hasta cada uno de las 89 predios beneficiados. Sobre la línea de conducción y las redes de distribución se implementaran diferentes tipos de válvulas de control de flujo, lavado y aire las cuales garanticen la entrega de agua en las diferentes tomas prediales con unas condiciones de presión y caudal necesarios para el correcto funcionamiento de las unidades de riego.

Teniendo en cuenta la diferencia de alturas entre las diferentes predios, se hace necesaria la instalación de válvulas de control de presión y delimitadoras de caudal, con el fin de garantizar la uniformidad en presión y caudal de las 89 tomas prediales durante el funcionamiento del cien por ciento del sistema. En este proyecto se diseñan dos parcelas con el fin de mostrar las buenas prácticas a tener en cuenta a la hora de la realización del riego.

**Palabras Clave:** Desabastecimiento hídrico, Riego tecnificado, Diseño hidráulico de riego.

## ABSTRACT

The “Asollano de la Virgen” is a small Irrigation District located in the north of Altamira town, approximately 15 kilometers away from there. This area has a big shortage of water resources, therefore the application of engineering based on technical and economic criteria, is planned the realization of build of irrigation systems for the supply of water to 89 families to irrigate an area of 487 ha cultivated through of technified irrigation systems like agricultural sprinklers.

The irrigation district arises under the necessity generated by limited agricultural activities in the region, the shortage of water resources, cause they are restricted to rainfall cycles. This project provider of water resources, through the implementation of infrastructure for water uptake of La Pescada river, near to San Antonio del Pescado twon, by lateral water intake with transverse wall, and sand trap with a conventional type work where is make a PVC tubing driving, to each of the 89 farms benefit. On the pipeline and distribution were implemented different types of flow control valves, Combination Air Valve and others, which provide the delivery of water in the different farm with a conditions necessary of flow and pressure for the proper functioning of the irrigation units.

In base to the height difference between different properties, it is necessary to install pressure control valves and flow control valves, in order to provide uniform pressure and flow rate of 89 farms, during the operation of total system. In this project we designed two plots to show the best practices to consider when carrying out irrigation.

**Key words:** Water shortage, Technified irrigation, Irrigation hydraulic desing.

## INTRODUCCIÓN

La adecuación de tierras agrícolas tiene como objetivo la optimización de los recursos a fin de proporcionar a los cultivos unas condiciones favorables para su normal crecimiento y desarrollo. En la actualidad, gran parte de los problemas de seguridad alimentaria a nivel mundial hacen que la producción de alimentos para satisfacer las necesidades de la población, sea un gran reto para la agricultura; por tanto, surge la necesidad de dar soluciones técnicas de riego y drenaje para la explotación de tierras agrícolas.

La ubicación geográfica tropical de Colombia y su orografía le traen grandes ventajas y desventajas. Sin embargo, paradójicamente, la actividad productiva se desarrolla en regiones de gran diversidad climática, pero escasas de aguas, lo que hace dependiente la actividad del ciclo de las lluvias, seriamente afectado por el fenómeno del “Niño”. En contraste, existen amplias extensiones sin actividad productiva, ni infraestructura de transporte y comunicaciones, que son abundantes en oferta hídrica.

Colombia tiene un potencial considerable para expandir el territorio bajo riego debido a sus altas precipitaciones y su suelo volcánico fértil, que crean unas condiciones favorables para una amplia variedad de cultivos, desde los tropicales hasta los de clima templado. Con la implementación de técnicas adecuadas de riego y drenajes para hacer un uso eficiente de los recursos hídricos, se hace manifiesta la necesidad de la implementación de sistemas de riego.

La vereda el Llano de la Virgen es una parte más del territorio colombiano que la actividad agropecuaria se encuentra limitada por el recurso hídrico, a pesar de encontrarse enmarcada por dos grandes fuentes hídricas. Generándose la necesidad de darle solución desde la perspectiva del Ingeniero Agrícola en el diseño de sistemas de riego, para la explotación de tierras bajo sistemas de riego a presión, en la implementación de equipos a nivel predial para el uso racional de agua.

En este trabajo se realiza un diseño hidráulico viable dentro de lo económico y lo técnico, para irrigar 487 hectáreas divididas en 89 predios en la vereda del Llano de la Virgen.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

- Realizar el diseño hidráulico del Distrito de Riego del Llano de la Virgen, Municipio de Altamira - Departamento del Huila.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Elaborar el diseño hidráulico especificando las características, dimensiones y costos para la construcción del distrito de riego, mediante el empleo del programa de modelación hidráulica EPANET 2.0 y la metodología de Hazem Williams.
- Realizar los cálculos hidráulicos y estructurales de la bocatoma, el desarenador y demás obras necesarias para la eficiente operación del sistema.
- Mediante el diseño óptimo del sistema entregar agua apta para riego en cada uno de los 89 predios a beneficiar, bajo unas condiciones de presión y caudal determinados para el correcto funcionamiento de las unidades de riego a plantear.
- Elaborar el diseño de dos parcelas demostrativas tipo con sistemas de riego por aspersión y goteo de acuerdo a los cultivos a regar y las características del suelo.

# 1. MARCO CONCEPTUAL

## 1.1 Distrito de Riego

### 1.1.1 *Definición*

Un sistema de riego compromete todas las estructuras físicas como capacidades organizacionales para conducir el agua desde la fuente de suministro hasta los predios (lotes de siembra) de los agricultores. Fundamentalmente, se concibe como una actividad de un grupo de personas organizadas para captar y conducir el agua hacia los campos de cultivo y distribuirla en forma equitativa entre los usuarios.

En los sistemas de riego se utilizan las estructuras de control hidráulico con el fin de soportar reglas organizacionales, que permiten una distribución del agua con equidad y eficiencia. Los sistemas de riego pueden variar en tamaño, diseño y propósito, desde sistemas donde se manejan pequeños caudales para áreas y distancias limitadas, hasta redes de tuberías y/o canales y ramificaciones que cubren grandes áreas<sup>1</sup>.

### 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

Un distrito de riego está constituido por diferentes obras civiles y estructuras hidráulicas que permiten la captación, conducción y distribución del agua para beneficiar una zona agrícolamente explotable.

### 1.2.1 *Obras de Captación*

Se entiende por captación, la estructura o conjunto de estructuras hidráulicas que es necesario construir en una fuente de abastecimiento, para asegurar la desviación de una cantidad de agua determinada.

Las obras de captación deben asegurar que en todo tiempo y bajo cualquier condición se capte o derive el caudal previsto o de diseño con el menor costo posible<sup>2</sup>.

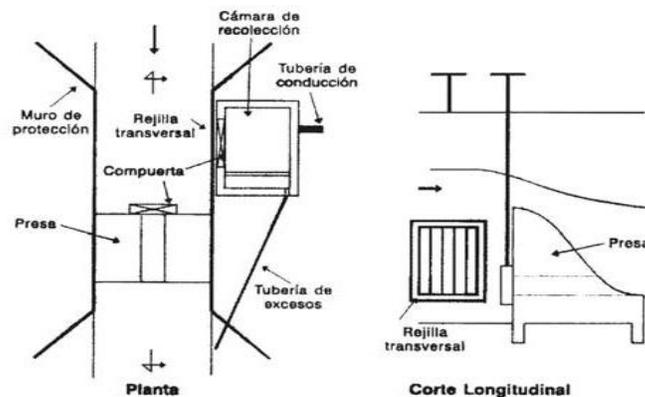
<sup>1</sup><http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/5000117/contenido/cap1/lec1.htm>.

<sup>2</sup>[http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/iagricola/docs/manual\\_operacion\\_mantenimiento.pdf](http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/iagricola/docs/manual_operacion_mantenimiento.pdf)

### 1.2.1.1 Tipos de obras de captación

Existen diferentes tipos de bocatomas; los factores determinantes para la selección de la bocatoma más adecuada son la naturaleza del cauce y la topografía general del proyecto. Los diferentes tipos de bocatomas son:

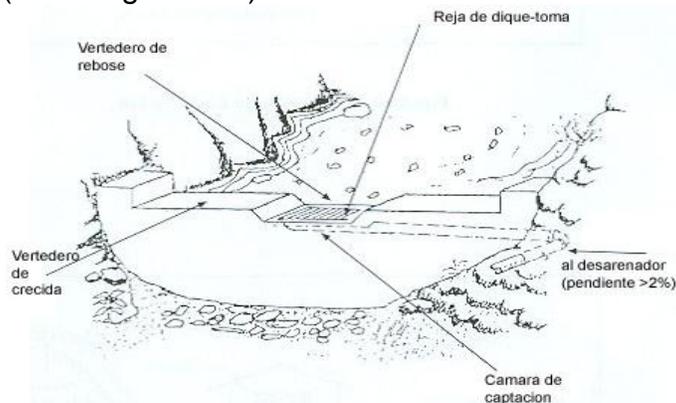
**Toma lateral con muro transversal.** Consiste en un muro transversal, a manera de presa, que eleva la lámina de agua y ésta es captada lateralmente a través de una rejilla colocada en uno de los muros laterales, figura N°1. Es utilizada en ríos relativamente pequeños, en donde la profundidad del cauce no es muy grande. Una desventaja de este tipo de obras de toma es que cuando la corriente arrastra mucho material en la época de lluvias, éste se deposita al pie del muro transversal, llegando a tapar completamente la rejilla y el desagüe<sup>3</sup>.



**Figura N° 1. Obra de Toma con Azud y Captación Lateral**

**Fuente:** Visión Global del Agua–Instituto Tecnológico del Agua–U. Politécnica de Valencia

**Bocatoma de fondo.** Es la obra civil que consiste en un dique de represamiento construido transversalmente al cauce del río, donde el área de captación se ubica sobre la cresta del vertedero central y está protegida mediante rejas que permiten el paso del agua (véase figura N°2).



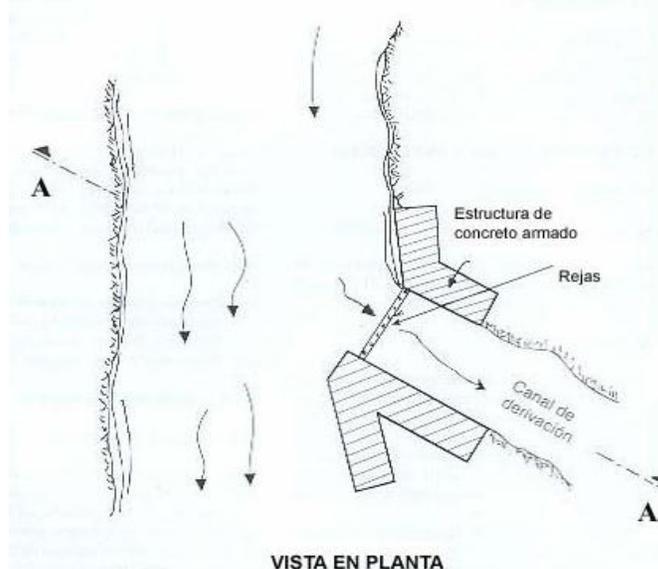
**Figura N° 2. Obra de Toma de Fondo**

**Fuente:** Visión Global del Agua–Instituto Tecnológico del Agua–U. Politécnica de Valencia

<sup>3</sup>[http://www.ita.upv.es/ventas/doc\\_prods/previews/25.pdf](http://www.ita.upv.es/ventas/doc_prods/previews/25.pdf)

**Bocatoma lateral por gravedad.** Consiste en simples bocatomas acopladas a un canal de derivación. Se utilizarán en ríos de gran caudal en los cuales los mínimos de estiaje aportan el tirante de agua necesario para derivar el caudal requerido. Deberán preverse rejas, tamices y compuertas para evitar el ingreso de sólidos flotantes. Son recomendables en zonas de muy baja pendiente (véase figura N°3).

El canal de derivación se construirá sobre tramo rectilíneo o en tramo de transición entre curvas del curso superficial para el nivel mínimo de aguas.



**Figura N° 3. Bocatoma Lateral por Gravedad**

*Fuente: Organización Panamericana para la Salud – Lima, 2004*

**Toma mediante estabilización del 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<sup>4</sup>.

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.

<sup>4</sup><http://www.espyumbo.com/captacion.htm>

### **1.2.2 Línea de Aducción**

Una línea de aducción es la obra que conduce el agua desde la captación hasta un estanque o desarenador, que puede ser por una conducción abierta (canal) o una conducción cerrada (tubería), así como las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ella.

### **1.2.3 Desarenadores**

Cuando se capta agua de un río, inevitablemente estaremos captando también sedimentos en suspensión y de arrastre. Dentro del esquema hidráulico de un aprovechamiento de agua, el desarenador es la estructura hidráulica que tiene la función de mejorar la calidad del agua, eliminando las partículas de cierto tamaño que la captación ingresó al sistema. Esta agua captada puede ser usada ya sea en centrales hidroeléctricas, plantas de tratamiento, sistemas de irrigación, sistemas industriales u otros fines. En general, los desarenadores tienen la importante misión de eliminar ciertas partículas que se encuentran en suspensión en el agua y posteriormente, mediante una adecuada operación, arrojarlas al río.

Si el desarenador no tiene la eficiencia requerida genera desgaste acelerado de turbinas de centrales hidroeléctricas, obstrucción de sistemas de riego tecnificado, erosión de estructuras hidráulicas posteriores al desarenador, reducción de la capacidad de los canales con el consecuente riesgo de inundación (debido a los grandes volúmenes de sedimentos depositados en el fondo), imposibilidad del consumo directo del agua, etc.

Se llama desarenador a una obra hidráulica que sirve para separar y remover después; el material sólido que lleva el agua de un canal. Los desarenadores cumplen una función muy importante y por esto, salvo casos especiales de aguas muy limpias, debe considerárseles como obras indispensables dentro de los proyectos de utilización de recursos hidráulicos.

En la mayoría de las obras de toma la velocidad de entrada es lo suficientemente grande para arrastrar partículas sólidas. Esto ocurre especialmente en tiempo de creciente cuando pueden entrar al canal grandes cantidades de sedimentos. Se ha observado que durante las crecientes la cantidad de sólidos en los ríos de montaña puede llegar a ser del 4% al 6% en volumen de caudal y del 0.2.....1.0% en los ríos de llanura<sup>5</sup>.

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.

---

<sup>5</sup> <http://www.buenastareas.com/ensayos/Desarenadores/1387046.html>

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 deflectora<sup>6</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 en instalaciones de pequeñas poblaciones y consisten en un ensanchamiento del canal del pretratamiento de forma que se reduzca la velocidad de flujo y decanten las partículas. Debe diseñarse con un canal paralelo para proceder a su limpieza que se realiza manualmente. Suelen instalarse con un canal Parshall a la salida que permite al mismo tiempo mantener la velocidad constante y medir el caudal.

**Desarenadores de flujo vertical:** El flujo se efectúa desde la parte inferior hacia arriba. Las partículas se sedimentan mientras el agua sube. Pueden ser de formas muy diferentes: circulares, cuadrados o rectangulares. Se construyen cuando existen inconvenientes de tipo locativo o de espacio. Su costo generalmente es más elevado. Son muy utilizados en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

**Desarenadores de flujo inducido:** 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 Válvulas**

Se instalan en los sistemas de riego válvulas de bronce, hierro fundido y acero en diferentes diámetros y para distintas presiones de servicio. Dependiendo del tipo de válvula seleccionando las características de diseño, varían de una a otra como espesor de pared, extremos de las válvulas (roscado, liso, bridado), tipo de obturador (cónico, bola, aleta o mariposa, cortina etc.) asientos, guías, sellos, prensa - estopas, mandos de operación, empaques, etc. Las válvulas van incorporadas a la tubería de conducción, distribución y deben quedar plenamente indicadas en los planos en los puntos finalmente instaladas.

#### **1.2.5 Redes de conducción y distribución**

La conducción consiste en transportar el agua desde el sitio de captación hasta el área de riego. Como generalmente la disponibilidad de agua en las zonas de ladera es reducida, se hace necesario transportarla por medio de ductos cerrados,

---

<sup>6</sup> LOPEZ C., Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados Bogotá 1993.

que pueden ser tubería de P.V.C., asbesto cemento, etc. ó canales revestidos que garanticen una buena eficiencia en la conducción.

En los sistemas de riego en ladera, la red de riego se encuentra constituida normalmente por una o dos tuberías principales, y varias tuberías secundarias o ramales, con varios puntos prediales destinados a proveer de agua a las alas de riego en las cuales van los aspersores.

Es muy frecuente que en los sistemas de riego en ladera, la bocatoma se encuentre mucho más alta que la zona en donde se va aplicar el riego, de tal manera que mediante el uso de tuberías en lugar de canales o acequias, el agua puede llegar a los predios con la calidad, el caudal y la presión suficientes para operar el sistema de riego, sin desperdicios ni necesidad de motobombas. En algunos casos, por razones de la topografía, se hace necesario combinar la conducción de agua, utilizando canales (preferiblemente revestidos) y tuberías<sup>7</sup>.

### **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>8</sup>.

## **1.3 Criterios de Diseño Hidráulico de una Red**

### **1.3.1 Selección de Material de Diseño de las Redes**

De acuerdo a las condiciones de funcionamiento del sistema de riego se debe seleccionar un material que por sus características técnicas, físicas y químicas

---

<sup>7</sup>[http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/iagricola/docs/manual\\_operacion\\_mantenimiento.pdf](http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/iagricola/docs/manual_operacion_mantenimiento.pdf)

<sup>8</sup> CORCHO R, Freddy Hernán, Duque Serna José Ignacio. Acueductos Teoría y Diseño. 1993. Medellín.

garanticen una vida útil al proyecto, con un costo relativamente económico, comparado con otro tipo de tuberías, además de ser comercial, fácil de instalar, disponibilidad en el mercado y otro<sup>9</sup>.

Las siguientes son algunas de las características de las tuberías de PVC:

1. **Resistencia al óxido y a la corrosión;** la tubería PVC es totalmente inmune a los gases y químicos, resistente a los ácidos, álcalis, soluciones salinas, y productos químicos industriales. Es ideal para obras donde la salinidad de los suelos agresivos son un factor importante.
2. **Resistencia a las incrustaciones;** las paredes lisas y libres de porosidad impiden la formación de incrustaciones comunes en las tuberías metálicas, proporcionando una vida útil más larga con mayor eficiencia.
3. **Las pérdidas de presión hidráulica son reducidas al mínimo;** la superficie interior de la tubería PVC es lisa reduciendo considerablemente las pérdidas de presión por fricción.
4. **Resistencia a la electrólisis;** la tubería PVC es inmune a la acción galvanoplástica o electrolítica que destruye las tuberías de cobre, por lo tanto permite su colocación bajo el agua, tierras y contacto con metales.
5. **Auto extingible;** la tubería PVC no forma llama ni facilita la combustión.
6. **Superficies internas muy lisas;** las paredes lisas de la tubería PVC facilitan el flujo de los desechos y por lo tanto rara vez se obstruyen, además los diámetros internos son generalmente mayores que en los otros materiales. Estas dos cualidades permiten usualmente utilizar un diámetro inferior a una pendiente menor.
7. **Impermeable ante líquidos y gases;** su composición química no permite el paso ante la pared de ella, de líquidos y gases.
8. **Resistente al tiempo;** la tubería PVC tiene una vida útil mayor a 30 años.
9. **Baja conductividad térmica;** esta propiedad de la tubería PVC elimina la condensación (sudado) de los tubos, cuando conducen líquidos muy fríos, evitando en muchos casos el uso de materiales aislantes, además en el caso de agua caliente evita las pérdidas de calor, proporcionando un sistema eficiente.
10. **Inmune al ataque de roedores y bacterias.**

---

<sup>9</sup> PAVCO, Manual Técnico, Tubosistemas para Acueducto Unión Platino y Altas Presiones. 2006.

11. **No comunica olor ni sabor**, debido a la propiedad de la tubería PVC es ideal para la conducción de agua potable.
12. **Liviana y fácil de transportar**, la tubería PVC, es considerablemente mas liviana que las tuberías metálicas o de asbesto cemento, por esta razón se facilita su manipulación almacenaje e instalación.
13. **Económica en su costo, instalación y mantenimiento**; la tubería PVC es competitiva en costos por varios aspectos:
  - a. Los tubos y accesorios son más económicos diámetro por diámetro que los metálicos.
  - b. Se pueden utilizar menores diámetros que con otras tuberías para igual caudal y velocidad, por su menor coeficiente de fricción.
  - c. El costo de la mano de obra es menor por la facilidad de instalación y rapidez en la acción de la soldadura líquida.
  - d. Por su peso liviano y facilidad de manejo, el costo del transporte es menor.
  - e. El mantenimiento es mínimo, pues no es necesario pintarlas para prevenir oxidaciones.
14. **Alta flexibilidad.**
15. **Rigidez**, por su rigidez la tubería PVC se puede colocar en instalaciones aéreas o externas empleando un mínimo de soportes.

### 1.3.2 Criterios de Selección de las Tuberías

Con base en el concepto de cabeza de presión disponible y presión estática, para el Proyecto se tiene en cuenta la altura que existe entre la bocatoma y la zona de riego, haciendo entrega de agua a presión en cada uno de los predios, la que a su vez mediante el sistema de caja predial permitirá el funcionamiento del ala de riego. Para cumplir con esta necesidad, se diseñan los diámetros de las tuberías con sus respectivos RDE'S, utilizando la siguiente metodología de cálculo.

**RDE:** es la relación entre el diámetro exterior y el espesor de la pared de la tubería. Bajo esta Norma, la presión de trabajo permitida por una tubería de RDE dado es constante, independiente del diámetro de la misma. La fórmula está basada en la Norma ISO, en la cual su expresión es:

$$RDE = 2S/P + 1$$

Dónde:

S = Resistencia Hidrostática del diseño del material a tensión. Para PVC tipo I, el valor de S es constante e igual a 2000 PSI o 140 Kg/ cm<sup>2</sup>

P = Presión Nominal de Trabajo.

También se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$RDE = D/E$$

Dónde:

D = Diámetro exterior promedio del tubo.

E = Espesor mínimo de pared.

### 1.3.3 *Determinación de las Pérdidas en la Tubería*

Para el cálculo de las pérdidas de presión en la tubería y determinar la línea piezométrica, se utilizó la siguiente metodología de cálculo:

De la fórmula de Hazem Williams:

$$J = 0.2083 (100/C)^{1.85} \times (Q^{1.85} / D^{4.866})$$

$$J = 0.0985 Q^{1.85} / D^{4.866}$$

Dónde:

J = Pérdidas de presión en mts/100 mts de conducción.

Q = Flujo en Galones por minuto.

D = Diámetro interior del tubo en pulgadas.

C = Coeficiente de fricción constante para PVC

Dentro de los criterios de diseño se considera que en tramos rectos sin accesorios y bien alineados, puede emplearse  $C = 160$ ; en caso contrario, utilizar  $C = 150$  o por el sistema de las longitudes equivalentes.

Se consideró para los cálculos hidráulicos, los diámetros reales de las tuberías de PVC, ya que el área de flujo efectiva en estas, es mayor que en otras tuberías de materiales convencionales.

La fórmula de Hazen Williams, también se emplea con gran frecuencia en el sistema métrico, bajo las siguientes expresiones:

$$Q = 0.2785 \times CD^{2.63} \times J^{0.54} \quad ; \quad V = 0.3547 CD^{0.63} \times J^{0.54}$$

De las cuales se tiene:

Q = Flujo en metros cúbicos por segundo.

C = Coeficiente de Fricción.

D = Diámetro del tubo en metros.

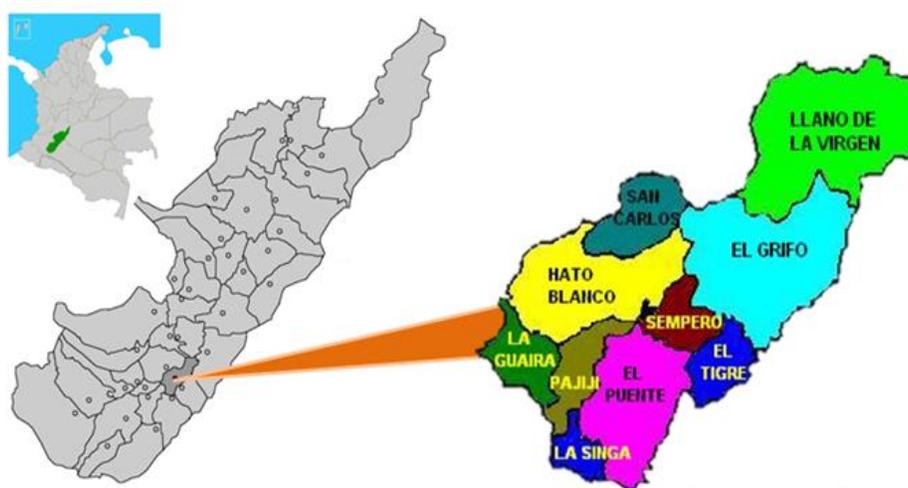
J = Pérdidas de carga en metros por metro de conducción

V = Velocidad en mts / seg.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Localización del proyecto

El Distrito de Riego de pequeña escala Asollano de la Virgen, se encuentra situado en la zona norte del Municipio de Altamira, asentado sobre la vertiente occidental de la cordillera oriental, distante 15 kilómetros aproximadamente del casco urbano. A una distancia de 133 Km. de Neiva y 12 Km de Garzón en vía pavimentada, El área del proyecto está localizada aproximadamente entre los 740 y 1000 m.s.n.m. Se captaran para el distrito de riego el caudal necesario de la quebrada La Pescada, y será llevado hasta la zona del proyecto mediante conducción por tubería, para ser utilizado por sistema de riego de aspersión mediana, el cual beneficiará a 89 familias en 487.2 has.



*Figura N° 4. 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 Altamira. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, 1999
- Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Altamira. 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 realizara 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.

## **2.3 Requerimientos técnicos y financieros del proyecto**

Para la realización de los estudios requeridos en los aspectos técnicos y financieros se tuvieron en cuenta los Términos de Referencia Convocatoria Publica MADR – INCODER – IICA 01-2008, del programa Agro, Ingreso Seguro – AIS, mediante el cual se pretende promover la productividad y competitividad en el campo.

### **2.3.1 Aspectos Técnicos**

Para la elaboración del presente proyecto se partieron de los estudios técnicos de climatología, hidrología, sedimentología, calidad de aguas y agrología, los cuales se emplearon como fuentes de consulta para la determinación de algunos parámetros necesarios en el diseño hidráulico del sistema de riego.

### 2.3.2 Topografía y diseño de las obras

#### Levantamiento topográfico

Para la realización del presente estudio se realizó una recolección de información primaria y estudios preliminares los cuales fueron utilizados como material de referencia y soporte para la ejecución de las labores de campo comprendidas dentro del presente componente; a continuación se relaciona la información recolectada:

1. Cartografía Digital IGAC, escala 1:25000: Planchas No. 366-IV-C, 389-II-A.
2. Planos digitales del EOT del Municipio de Altamira Huila.
3. Mapa hidrografía del departamento del Huila – Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM.

Se llevó a cabo un levantamiento planimétrico y altimétrico con ayuda del Sistema de Posicionamiento Global y con apoyo de un software de mapificación tridimensional con soporte en archivos de elevación digital de terreno (MDT). El Modelo Digital de Elevación consiste en una serie de puntos con coordenadas conocidas referenciadas a un sistema de coordenadas bidimensionales a las que se les asocia un valor de elevación; es un grupo de valores que representa puntos sobre la superficie del terreno cuya ubicación geográfica está definida por coordenadas "X" y "Y" a las que se les agrega un valor de "Z" que corresponde a la elevación. Se ha convenido que los puntos deben estar espaciados y distribuidos de modo regular, de acuerdo con un patrón que corresponde a una cuadrícula.



**Figura N° 5. Imagen Satelital de la Zona del Proyecto**

Para el presente estudio se han utilizado series de datos de elevación a nivel mundial, del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y los de la Misión de Radar Topográfico del Tráspasador Espacial (SRTM) de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), el uso de la anterior información, procesamiento y la utilización del software informático especializado en procesamiento vectorial de datos MDT, fue contratado mediante licencia obtenida para uso legal del software Google Earth Pro – Digital Globe y Terrametrics.

Con apoyo del programa de mapeo tridimensional, se trazaron alineamientos preliminares los cuales fueron posteriormente replanteados en terreno mediante la utilización de GPS de precisión y estación total; el trazado preliminar sobre el modelo digital de elevación, permite optimizar el trabajo de campo y diseño de la red desde el punto de vista topográfico, hidráulico, de distribución y configuración de la red, obteniendo trazos precisos para su posterior replanteo en campo.

**Levantamiento de Prediales:** Con apoyo en el Sistema de Posicionamiento Global y equipos GPS de precisión submétrica, se realizó los levantamientos planimétricos y altimétricos de los prediales beneficiados por el proyecto de irrigación, sumando en total un área beneficiada de 487.2Has.

**Levantamiento Topográfico Bocatoma – Desarenador:** Se realizó el levantamiento topográfico del sitio donde se construirá la bocatoma y el desarenador, a continuación se explican los aspectos metodológicos, operativos y resultado final de los trabajos de topografía de sitio.

Para la realización del levantamiento se empleó el siguiente equipo:

- a) 1 ESTACIÓN TOTAL TOPCOM 303
- b) 2 BASTON EXTENSIBLE
- c) 2 PRISMAS
- d) 1 TRIPODE
- e) RADIOS DE COMUNICACIÓN
- f) COLECTOR DE DATOS TDS 48GX
- g) 1 NAVEGADOR GARMIN
- h) COMPUTADORES
- i) HERRAMIENTA MENOR

El Colector de datos TDS 48GX, permite ajustar automáticamente los datos cuando se han realizado repeticiones, realizando el correspondiente promedio (ángulos horizontales, verticales y/o distancias), además permite comparar los datos recolectados con los tomados previamente indicando posibles errores, de ésta manera garantiza la precisión de la poligonal.

El software AutoCad Land permite el posproceso de la información, generando superficies y de ahí los perfiles y secciones transversales necesarias, además de los listados abscisa - cota, exportándolos con formato .txt, para posteriormente ser exportados a Excel o cualquier hoja de cálculo.

Las coordenadas del navegador se transformaron al sistema IGAC, WGS84, con la ayuda del software Patfhinder.

### **Geotecnia**

Se realizó la identificación de los distintos estratos del subsuelo y determinar sus propiedades físico - mecánicas más importantes, como son: Humedad, tamaño de partículas, resistencia, peso unitario, límites de Atterberg, capacidad portante, con el fin de que se determine la cimentación óptima, económica y segura.

Además se determinó fenómenos como nivel freático, agua colgada y otras alteraciones del subsuelo que puedan generar daños a la estructura. Para analizar y recomendar el tipo óptimo de sedimentación adecuado desde el punto de vista técnico y económico. Los estudios de geotecnia fueron elaborados por la Universidad Surcolombiana.

### **Diseño hidráulico de la red de conducción y distribución**

Como el criterio técnico de funcionamiento del Distrito de Riego es entregar agua a presión adecuada para el funcionamiento de un aspersor en cada uno de los predios en forma permanente, se diseñaron las redes en material, que por sus características técnicas, físicas y químicas garanticen al proyecto una vida útil mayor de 20 años y sus costos sean relativamente económico.

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 modelación hidráulica EPANET 2.0, 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. Ha sido desarrollado por el Laboratorio Nacional de Investigación para la prevención de Riesgos (NRMRL) de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (USEPA). Como tal, es un Software de dominio público que puede copiarse y distribuirse libremente. La versión original inglesa, el manual del usuario completo, así como el código fuente y sus futuras actualizaciones, pueden encontrarse en la siguiente dirección: [www.epa.gov/ORD/NRMRL/wswrd/epanet.html](http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/wswrd/epanet.html).

Los valores para el cálculo hidráulico utilizados por el programa son los siguientes:

UNIDADES DE CAUDAL	LPS
FORMULA DE PERDIDAS	Hazen-Williams
PESO ESPECIFICO REAL	1
VISCOSIDAD RELATIVA	1
MAXIMO DE ITERACIONES	40
PRECISION	0.001

La metodología para el diseño de la red consistió en el montaje de la red al entorno gráfico del programa y posterior asignación de líneas de conducción bajo los criterios de diseño anteriormente mencionados; se realizaron varias simulaciones para determinar los mejores diámetros de tubería desde el punto de vista técnico-económico, los resultados se muestran en los anexos de cálculos hidráulicos y en el Plano resultados en líneas y nodos.

### **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.

### **Diseño del 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 realizó el levantamiento detallado de los predios seleccionados para el diseño de las parcelas tipo para riego intrapredial y se realizó la medición planimétrica de las parcelas beneficiadas por el proyecto con apoyo en el Sistema de Posicionamiento Global y equipos GPS de precisión submétrica.

## **2.3.3 Aspectos financieros**

### **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

Para la elaboración del presente proyecto se partió de los estudios elaborados por la empresa contratista en el área de influencia del proyecto, en donde se evaluaron los diferentes aspectos a tener en consideración para la determinación de variables necesarias para el diseño hidráulico del proyecto.

La elaboración de los análisis climatológicos, hidrológicos, sedimentológicos y de calidad de agua para riego del distrito de riego del Llano de la Virgen en el Municipio de Altamira, Departamento del Huila, son muy importantes ya que por medio de este análisis podemos determinar la disponibilidad, demanda y calidad hídrica del área de influencia, para tener bases de los requerimientos hídricos del proyecto y por consiguiente para los diseños de las obras del sistema.

Además el análisis de los estudios agrologicos con fines de conocer las condiciones físicas y químicas del suelo, para conocer su clasificación para riego y los métodos a implementar de acuerdo a cada una de las características, con fines de mejorar la producción agrícola de estas tierras bajo riego.

De los estudios se extrae que el caudal requerido de diseño para el proyecto se estima en 180,00 lt/s y el módulo de riego se estima de 0,37 lt/s/Ha que está dentro del rango considerado por el INCODER (0,5 lt/s/Ha).

Además se determina que la quebrada La Pescada es una fuente segura de abastecimiento para el normal funcionamiento del proyecto, ya su caudal mínimo en época de máximo estiaje es de 1,1 m<sup>3</sup>/s que es muy superior al requerido (180,00 lt/s).

Teniendo en cuenta los resultados de la granulometría se puede determinar que las partículas de mayor tamaño retenidas en el tamiz de 2" representan el 2.4% (221.70 gr) de la masa total de la muestra analizada (9250 gr). El mayor porcentaje de partículas fueron retenidas por los tamices 140 y 200 con un 86.48% y 90.56% respectivamente, consideradas arenas muy finas, con diámetros entre 0.105mm y 0.074mm, con base en este análisis se realizó el diseño del desarenador, para el cual se tomó un valor medio de partículas de 0.09mm.

Según los estudios de calidad de agua para riego y teniendo como base el instructivo para la interpretación de la calidad del agua para riego agrícola, el agua de la quebrada La Pescada, presenta una calidad buena para el riego de cultivos.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los estudios agrologicos del área del proyecto, se puede apreciar que la infiltración observada en la zona es adecuada a las condiciones de textura del suelo, por ende la determinación de la

implementación de aspersión como sistema de riego, que se debe realizar en tiempos cortos y de una periodicidad estrecha.

### **3.2 Topografía y diseño de obras**

#### **3.2.1 Topografía**

##### **3.2.1.1 Levantamiento topográfico**

Tomando como referencia los recorridos de campo, los estudios básicos adelantados, la cartografía de la zona del Proyecto y los estudios topográficos, se definió la ubicación de la bocatoma, el desarenador y las demás componentes del sistema.

Durante el estudio, se contemplaron diferentes alternativas, que involucraron factores de tipo técnico, económico y social con miras a la selección de aquella que presentará las condiciones más favorables para el beneficio de la población involucrada en el proyecto.

El proyecto contempla el suministro de agua a 89 predios en el siguiente Cuadro se muestra el listado final de Usuarios beneficiados con el Proyecto:

**Tabla 1. Listado y localización de usuarios**

CODIGO	NOMBRE USUARIO	ESTE	NORTE	AREA LEVANTADA (M2)	USO ACTUAL	NOMBRE PREDIO	VEREDA
U1	Igino Conde Horta	818885	729855	54932	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U2	Melida Ibata Barrios	819369	729776	55985	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U3	Tiberio Avilés Narváez	819554	729693	56423	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U4	Liborio Medina	818375	729638	57927	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U5	Carlos Alberto Vargas Mora	820597	729539	58625	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U6	José Arturo Castillo	819459	729475	53005	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U7	Reinaldo Ruiz Lasso	821262	729491	59614	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U8	Rosa Helena Polania	818598	729588	50494	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U9	María Fénix Garzón	819239	729905	55098	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U10	Libardo Vizcaya Ramírez	819544	729773	56332	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U11	Darío Avilés Gutiérrez	821458	729966	65029	Maracuyá	San Miguel	Llano de la Virgen
U12	Leonardo Ardila	819277	729235	57680	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U13	Gilberto Yucuma	821288	729095	63257	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U14	José Avilés Ramírez	818786	729026	61469	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U15	Noel Lugo Garzón	820305	729024	59505	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U16	Noé Garzón	819347	729038	60215	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U17	Aminta Rojas Suarez	819615	729020	67880	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U18	Isaías Arias	818733	728963	66940	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U19	José Nelson Cardozo	819268	728794	63253	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U20	Dagoberto Ramírez	819056	728766	64751	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U21	Aicardo García Bonilla	819268	728642	56137	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U22	Sandro Vargas Díaz	819103	728555	57279	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U23	Rubén Darío Díaz	818528	728334	62029	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U24	Jesús Antonio Álvarez	817955	728363	55363	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U25	Luis Carlos Sánchez Zapata	819845	728272	62878	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U26	Urbano Ortiz Cadena	818276	728059	56993	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U27	Héctor Trujillo Hernández	818251	727950	62804	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U28	Manolo Sánchez Cuellar	817866	727818	60121	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U29	Elsa Ruth Vaquiro Tapiero	818921	727901	45486	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen

CODIGO	NOMBRE USUARIO	ESTE	NORTE	AREA LEVANTADA (M2)	USO ACTUAL	NOMBRE PREDIO	VEREDA
U30	Gerardo Roa Medina	819775	727865	67506	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U31	Helmer Olaya Yacuma	821168	727883	56672	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U32	María Helena Tovar Lamilla	820048	727085	57309	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U33	Benito Ramírez	818469	730164	55664	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U34	José Romel Cardozo	818766	730287	52948	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U35	Alirio Canacue	818151	729259	56031	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U36	Saúl Sánchez	819623	729661	56564	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U37	Antonio María León	819590	729939	55816	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U38	Guillermo Naranjo	820573	729301	52305	Maracuyá-Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U39	Luis Eduardo Trujillo	820805	729448	56435	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U40	Luis Humberto Marín	819488	729261	56881	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U41	Orlando Gutiérrez Mejía	819516	729327	55388	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U42	Inés Téllez	818590	729202	51031	Maracuyá-Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U43	Luz Marina Gómez Arcos	819302	729145	60523	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U44	Alejandro Obregón Correa	818762	729002	61596	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U45	José Antonio Moreno Pastrana	820447	728846	64999	Maracuyá-Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U46	Leonor Dussan Córdoba	818700	728753	59342	Pasto Corte	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U47	Gustavo Gómez	820232	728569	61561	Uva	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U48	Filomeno Andrade Rivera	819725	728547	56378	Uva	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U49	Isidro Álvarez Cuellar	818694	728440	50589	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U50	Leonel Trujillo Hernández	819416	728433	67031	Pasto	San Miguel	Llano de la Virgen
U51	Serafín Ramírez	821300	727830	59202	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U52	María Esperanza Trujillo	818568	727542	42959	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U53	Álvaro Sánchez Olaya	819889	727386	51144	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U54	Aurora Avilés Guzmán	820020	727501	57432	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U55	Alexander Lozada Polania	819087	727617	53139	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U56	Margarita María Ramos Barrera	820264	727827	49565	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U57	Rodrigo Díaz Vanegas	819703	727962	54612	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U58	Edilberto Medina Arias	820369	727536	57531	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U59	Osmar Edwin Ariza Ramírez	818742	726694	57844	Potrero	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U60	Floro Ernesto Ramírez Ramírez	818660	726125	54642	Uva	Rancho Espinal	Llano de la Virgen

CODIGO	NOMBRE USUARIO	ESTE	NORTE	AREA LEVANTADA (M2)	USO ACTUAL	NOMBRE PREDIO	VEREDA
U61	Albino Garzón Aldana	818653	726308	55798	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U62	James Suarez	821040	726328	53720	Potrero	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U63	Gerardo Chavarro Vargas	820881	726591	55500	Potrero	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U64	Carlos A. Cardozo Pérez	820726	726432	52373	Terreno mecanizado	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U65	Víctor Manuel Torres	818083	726730	53222	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U66	Octavio Cuellar Falla	819495	726728	41035	Melón	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U67	Eduardo Buitrago Pascuas	819492	726743	27865	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U68	Derly Córdoba	818501	726690	55713	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U69	María Doris Cabrera Gómez	819297	726756	49036	Terreno mecanizado	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U70	José Antonio Vega	819737	727141	42135	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U71	Jesús Emilio Álvarez García	819246	727061	54063	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U72	José Franco Quintero	820509	727182	36343	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U73	Luis Alfonso Losada Cortes	819608	727097	50125	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U74	Reinaldo Parra	819650	727210	40603	Melón	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U75	José Vicente Valbuena R.	818558	727245	48624	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U76	Agustín Suarez Polania	820952	727354	56263	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U77	German Bedoya Herrera	819375	727519	36697	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U78	Héctor Tovar	818673	727442	53772	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U79	Luis Arbey Gutiérrez	819936	727414	56076	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U80	Álvaro Beltrán Díaz	819751	727254	54958	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U81	Héctor Pérez Ibarra	819800	727187	60290	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U82	Didier A. Cano	818886	727523	46113	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U83	Diva María Pérez Gutiérrez	819748	727221	58182	Potrero	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U84	Marco Tulio Gutiérrez	819292	727612	24520	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U85	Hernando Olaya González	821356	727622	33128	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U86	Alberto Cortes Vanegas	819111	727666	47719	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U87	Salvador Díaz Rojas	820449	727662	54569	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U88	Julio Cesar Sánchez Sotto	818427	727732	60590	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
U89	Edgar Campos	818603	725591	54666	Pasto	Rancho Espinal	Llano de la Virgen
	<b>TOTAL</b>			<b>4871841</b>			

### 3.2.1.2 Cartografía y planos

Se elaboró toda la cartografía y planos del proyecto siguiendo los lineamientos de los términos de referencia, georeferenciados con coordenadas planas de Gauss, Datum: Observatorio Astronómico de Bogotá, dimensiones externas de 0.70 m x 1.00m, impresos a color, con sus correspondientes convenciones en las escalas sugeridas para el caso dependiendo del área a irrigar:

1-10 Has	Escala 1:500
10-50 Ha	Escala 1:1.000
50-200 Has	Escala 1:2.000
200 Has en adelante	Escala 1:5.000

En el siguiente cuadro se presenta la lista de planos del proyecto.

**Tabla 2. Lista de planos**

	PLANO	ESCALA	No. De Planos
1	PLANTA GENERAL LINEAS DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION	1:5000	2
2	PLANTA PERFILES - CONDUCCION PRINCIPAL	1:2000	4
3	DETALLES CONSTRUCTIVOS BOCATOMA DESARENADOR	SEÑALADAS	1
4	PARCELAS DEMOSTRATIVAS – DETALLES CONSTRUCTIVOS	SEÑALADAS	2

### 3.2.2 Geotecnia

Se realizó una excavación a mano en el área de influencia a 9.80 mts de la orilla de la Quebrada La Pescada, con una profundidad de 2.20 mts en donde no se encontró nivel freático y se tomaron las respectivas muestras para la determinación en laboratorio de la granulometría, Límites de Atterberg, Humedad natural, Próctor modificado, Clasificación unificada y demás parámetros necesarios para conocer el suelo. En el sitio se determinó la capacidad portante del suelo por el método del cono de penetración que reporta datos de presión in situ, posteriormente, se calcula la capacidad portante.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas de geotecnia, la profundidad cimentación recomendada es a 1.10 mts según la estratificación investigada, sin embargo si se observa que la estratificación varia se puede optar por hacerla a menor profundidad.

Al analizar la capacidad portante del suelo, se tiene como conclusión que el material se debe compactar por impacto, y se debe diseñar con capacidad de soporte de 2,20 kg/cm<sup>2</sup>. (Ver Anexo B. Estudio de Geotecnia.)

### 3.2.3 Diseño hidráulico de la red de conducción y distribución

Para diseñar las redes de tuberías del proyecto de riego, se partió de los estudios topográficos, iniciando desde el sitio elegido para la construcción de la bocatoma sobre la Quebrada “La Pescada” y pasando por el sitio de la estructura desarenadora, hasta salir a lo que se considera como la red de conducción y de distribución.

Dadas las condiciones, técnicas, económicas, sociales y operativas para la selección de la alternativa más conveniente se determinó el suministro continuo del recurso a 89 predios por medio de una cajilla predial.

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 General. Las coordenadas correspondientes a los nodos de las líneas de conducción principal y secundaria así como las de los ramales de distribución se encuentran consignadas en el Anexo A. levantamiento topográfico y diseño hidráulico de la red de conducción.

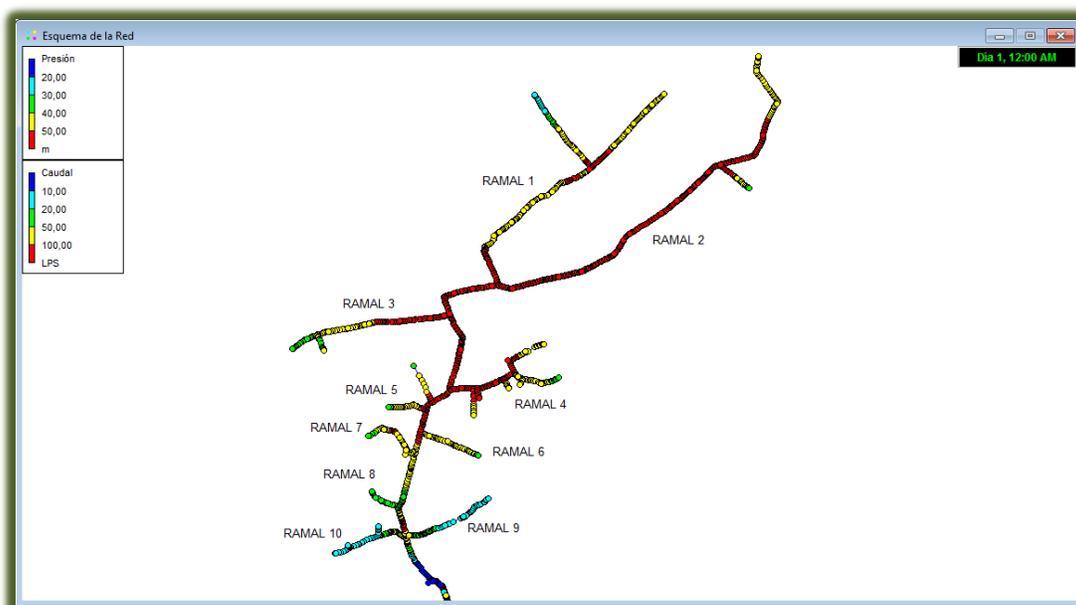


Figura N° 6. Modelación hidráulica EPANET 2.0 – Zona de distribución

#### 3.2.3.1 Red Principal

La red principal parte desde el desarenador ubicado en la vereda San Antonio del pescado, municipio de Guadalupe a 990.310 m.s.n.m localizado en la coordenada

820473.058mE y 721251.121mN, siguiendo la dirección de la quebrada La Pescada por la margen derecha hasta llegar al Río Suaza donde hace el paso sobre el mismo por un viaducto de aproximadamente 100 mts y sigue por un camino real hasta llegar al reservorio donde inicia la distribución; se denominó Conducción Principal con una longitud de 6,82 Km, esta red está diseñada en tuberías de PVC con diámetros de 16" hasta 14".

**Tabla 3. Tuberías conducción principal**

DESCRIPCION	LONGITUD (M)	TIPO UNION
PVC 16" RDE 41	1107,00	Unión Platino
PVC 16" RDE 32,5	266,00	
PVC 16" RDE 26	492,48	
PVC 16" RDE 21	1123,43	
PVC 14 RDE 21	685,47	
PVC 14 RDE 26	564,64	
PVC 14 RDE 32.5	46,43	Extremo Liso
PVC 14 RDE 13.5	2508,75	
<b>TOTAL</b>	<b>6823,78</b>	

### 3.2.3.2 Distribución y Domiciliarias

La red de distribución está compuesta por tuberías con diámetros que oscilan desde 12" y 1 1/2", las conexiones domiciliarias se hicieron en diámetros de 1 1/2" Y 1 1/4".

En el siguiente cuadro se relacionan los ramales de distribución, longitud, diámetros de tubería y usuarios de cada ramal, los cuales se les asigna un código que aparece en el plano en planta y en el candado que se debe dejar en el compartimiento No 1 de la cajilla predial que contiene las válvulas reguladoras de presión y caudal.

**Tabla 4. Descripción tuberías red de distribución**

RAMAL	LONGITUD (m)	DIAMETROS	USUARIOS
RAMAL 1	2112,7	6",4",2 1/2", 3",2", 1 1/2"	Dagoberto Ramírez, José Nelson Cardozo, Isaías Arias, Aminta Rojas Suarez, Noé Garzo, Noel Lugo Garzón, José Avilés Ramírez, Gilberto Yucuma, Leonardo Ardila, José Arturo Castillo, Carlos Alberto Vargas, Liborio Medina, Tiberio Avilés, Melida Ibata, Iginio Conde
RAMAL 1-1	713,9	4",3",2"	Reinaldo Ruiz Lasso, Rosa Helena Polania, Libardo Vizcaya Ramirez, Darío Avilez Gutiérrez, Maria Fenix Garzón
RAMAL 2	3155,36	6",4", 3",2 1/2", 1 1/2"	Isidro Álvarez Cuellar, Filomeno Andrade Rivera, Gustavo Gómez, Leonor Dussan Córdoba, José Antonio Moreno Pastrana, Alejandro Obregón Correa, Luz Marina Gómez Arcos, Inés Téllez, Luis Humberto Marín, Orlando Gutiérrez Mejía, Luis Eduardo Trujillo,
RAMAL 2-1	287,75	2", 1 1/4"	Guillermo Naranjo y Alirio Canacue

RAMAL	LONGITUD (m)	DIAMETROS	USUARIOS
RAMAL 3	1247,52	6", 4", 2 ½"	Jesús Antonio Álvarez, Rubén Darío Díaz, Luis Carlos Sánchez Zapata, Urbano Ortiz Cadena, Héctor Trujillo Hernández, Manolo Sánchez Cuellar, Esla Ruth Vaquiro, Gerardo Roa Medina
RAMAL 4	904,55	6", 4", 3", 2"	Edilberto Medina Arias, Álvaro Sánchez Olaya, Aurora Avilez Guzmán, Alexander Losada Polania, Marco Tulio Ramón, Alberto Cortes Vanegas, Hernando Olaya Gonzáles, Álvaro Díaz Rojas, Julio Cesar Sánchez Sotto
RAMAL 4-1	387,64	3", 2", 1 ¼"	Margarita María Ramos Barrera, Hector Olaya Yucuma, Rodrigo Diaz Vanegas
RAMAL 5	295,77	2"	Héctor Tovar, Luis Arbey Gutiérrez, Álvaro Beltrán Díaz
RAMAL 6	479,36	2", 1 ½"	Agustín Suárez Polania, Diva María Pérez Gutiérrez, María Helena Tovar Lamilla
RAMAL 7	477,33	4", 3", 2 ½", 1 ½", 1 ¼"	Jesús Emilio Álvarez García, Luis Alfonso Losada Cortes, José Antonio Vega, José Franco Quintero, Reinaldo Parra, José Vicente Valbuena, Héctor Pérez Ibarra
RAMAL 8	244,81	3", 2 ½", 2"	Víctor Manuel Torres, Octavio Cuellar Falla, Eduardo Buitrago Pascuas, María Doris Cabrera Gómez
RAMAL 9	716,84	3", 2 ½", 2"	Carlos A Cardozo Pérez, María Esperanza Trujillo, Gerardo Chavarro, Osmar Erwin Ariza Ramírez
RAMAL 10	583,59	3", 2"	James Suárez, Albino Garzón Aldana, Floro Ernesto Ramírez

### 3.2.3.3 Válvulas

Se proyecta la instalación válvulas de varios tipos para la protección, mantenimiento conservación del Distrito de Riego, las cuales se detallan a continuación:

#### Válvulas de purga

Se plantea la instalación de válvulas de lavado de vástago no ascendente en los puntos bajos de la red de conducción para evacuar los sedimentos que se acumulan, en tubería de 16" se ubican válvulas de 8" y en tubería de 14" las válvulas son de 6".

Tabla 5. Descripción válvulas de purga

No VALVULA PURGA	LOCALIZACION (COORDENADAS)		UBICACION	DIAMETRO VALVULA (IN)	DIAMETRO TUBERIA (IN)
	ESTE	NORTE			
1	820493.372	721154.835	Aducción	3"	16"
2	820113.977	721569.712	Antes Bocatoma Antigua	8"	16"
3	820035.613	722147.135	Sitio Cachingo		
4	820010.489	722189.756	En encofrado largo		
5	819139.459	722359.273	Sitio Saladero	6"	14"
6	819175.770	723089.840	Después Viaducto Suaza		
7	819119.529	723509.906	Después campamento No 2		
8	819583.947	724083.795	Sitio Quiebrapatas		
9	819682.756	725541.766	Inicio Cerro, lote Edgar Campos		
10	819289.137	726283.587	Viaducto		12"
11	819724.193	727753.104	Lago Principal	4"	10"

### Válvulas doble efecto o trifuncionales

Estas válvulas sirven para expulsar el aire que entrada en la tubería durante el llenado y/o mezclado con el agua o bien para que, al producirse el vacío en la tubería dejen que el aire entre en la misma y eviten que la tubería colapse debido a la presión atmosférica.

**Tabla 6. Descripción válvulas de doble efecto o trifuncionales**

No VALVULA DOBLE EFECTO	LOCALIZACION (COORDENADAS)		UBICACIÓN	INSTALACION	DIAMETRO VALVULA (IN)	DIAMETRO TUBERIA (IN)
	ESTE	NORTE				
1	820496.163	721188.674	Aducción	Sencilla	2"	16"
2	820361.543	721390.190				
3	820337.411	721473.696				
4	820196.178	721533.242	Antes val purga 2			
5	820085.620	721569.116	Antes Bocatoma Antigua			
6	820061.417	721978.550	Inicio descenso a Quebrada antes de sitio la H	Doble con recamara 4" en PVC		
7	820010.489	722189.756	Después val purga 3	Sencilla		
8	819831.468	722301.843	Antes de encofrado corto			
9	819556.274	722189.612	Antes encofrado largo y antes val purga 4			
10	819308.507	722119.990				
11	819165.806	722271.639	Antes val. Purga 5			
12	819173.801	722443.662				
13	819195.471	722611.287	Antes val alivio presión			
14	819272.647	722812.894				
15	819154.108	723102.229	Inicio variante			
16	819098.461	723105.158	Zona Variante		Doble con recamara 4" en PVC	
17	819015.498	723196.914	Zona Variante			
18	818902.917	723288.636	Después viaducto variante	Doble con recamara 4" en PVC		
19	819010.988	723373.284	Descenso zona variante	Sencilla		
20	819315.311	723725.272	Zona Vega	Sencilla con recamara en lamina		
21	819462.481	723914.306				
22	819632.785	724230.018				
23	819734.308	724619.929				
24	819810.021	724975.980				
25	819769.264	725281.199		Antes toma presión	Doble con recamara 4" en Lamina	
26	819628.651	725676.065		Cerro		
27	819595.130	725762.791	Zona Reservorio	Doble con recamara 4" en PVC		
28	819331.177	726109.702	Sencilla	12"		
29	819271.527	726387.458			Después salida ramal 8	
30	819434.710	726973.777			Después salida ramal 6	
31	819598.067	727244.571			Al lado casona	
32	819711.039	727494.899			Antes salida Serafín Ramírez	
33	819664.611	727865.928	Frente Poliderportivo	10"		
34	819767.148	728074.375	Antes usuario Sandro Vargas		8"	

Estas válvulas se localizan en los puntos altos del recorrido de las tuberías, o en los tramos planos y largos donde se acumula el aire que transporta el agua. Sirven para extraer el aire que reduce u obstruye el paso de agua en estos puntos; también durante la operación de vaciado del sistema, permite la entrada de aire evitando la formación de vacío, que igualmente puede romper las tuberías; y el tercer efecto es el de expulsar aire a presión.

Se ubican en el recorrido varias válvulas que cumplen las funciones mencionadas en diámetro de 2", en algunos casos sencillas sobre collares de derivación, en otros sencillas con recámara y en otros casos donde se considera que pueden presentarse problemas graves por el exceso de aire en las tuberías se instalaron válvulas dobles con cámara adicional para que el aire se acumule en estas cámaras y facilitar el trabajo de las válvulas.

### Válvulas de alivio de presión

Su función es evitar que por la mala operación de alguna válvula se ocasione una sobre presión y esta pueda causar daños en la tubería, esta válvula se calibra a una presión tal que si en el tramo donde está ubicada se aumenta la presión por encima de la presión permisible de la tubería, esta se abre automáticamente disminuyendo la presión aguas arriba.

**Tabla 7. Descripción válvulas de alivio de presión**

No VALVULA ALIVIO PRESION	LOCALIZACION (COORDENADAS)		UBICACION	DIAMETRO VALVULA (IN)	DIAMETRO TUBERIA (IN)
	ESTE	NORTE			
1	819243.161	722699.926	Antes viaducto Suaza	10	Transición 16"-14"
2	819069.926	723407.444	Después de la variante	10"	14"

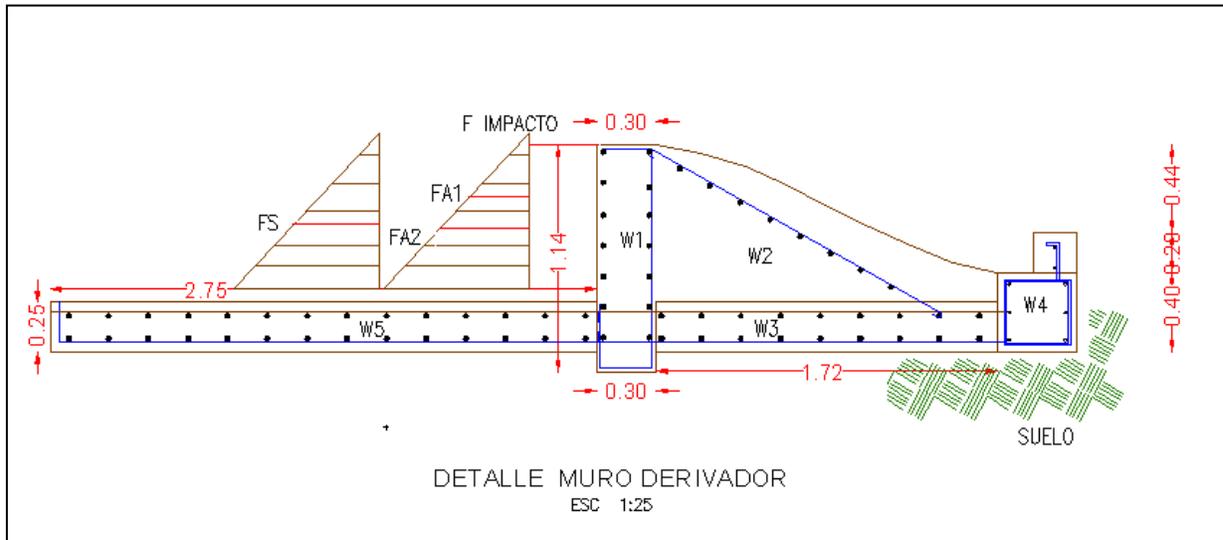
### 3.2.4 Diseño de obras

#### 3.2.4.1 Diseño de Obra de Toma

La obra de toma para el Distrito de Riego del Llano de la Virgen se realizara en la margen derecha de la Quebrada La Pescada, en las coordenadas 820473,039 mE, 721107,467 mN, cota 996,5 m; se realizará una captación tipo lateral, además se proyecta un pequeño muro de gravedad transversal de 0.8 m de alto que eleve el nivel de la lámina de agua necesaria para realizar la captación, teniendo en cuenta la disminución del caudal en época de verano.

#### Muro de gravedad

El muro de gravedad se proyecta transversal al flujo del agua, con un largo de 7 m, el acero de refuerzo por retracción y fraguado será anclado a una roca aledaña a este muro por un lado (margen izquierda) y por el otro a una gran roca insitu (margen derecha), enseguida se ubica la cámara derivadora que igualmente será anclada y protegida por una roca.



**Figura N° 7. Fuerzas Muro de Gravedad**

Para realizar el análisis de estabilidad se predimensionó la estructura, teniendo en cuenta la altura mínima necesaria que se requiere para el encauzamiento de las aguas de la quebrada La Pescada hacia la cámara derivadora, así:

Se realiza el análisis de fuerzas actuantes y resistivas de la siguiente manera:

#### Fuerzas Actuantes

- Fuerza debida a los sedimentos

$$F_s = \frac{1100(0.67)^2}{2} = 346.9 \text{ kg/m}$$

- Fuerzas de empuje del agua

$$F_{a1} = 1000(0.12)(0.67) = 80.4 \text{ kg/m}$$

$$F_{a2} = \frac{1000(0.67)^2}{2} = 224.45 \text{ kg/m}$$

- Fuerza de Impacto de Sólidos Flotantes

$$F_{imp} = \text{masa} * \text{velocidad}$$

Se supone que el peso de un árbol que golpea el muro es de 700 Kgf

$$m = 700 \text{ kg-m/s}^2 \div 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$m = 71.43 \text{ kg} \quad v = 2 \text{ m/sg}$$

$$F_{imp} = 2 \text{ m/sg} \times 71.43 \text{ kg}$$

$$F_{imp} = 143 \text{ kg/m}$$

### Fuerzas Resistivas

El peso de la estructura se determina por figuras geométricas, así:

$$W1 = 0.3 \times 1.14 \times 2400 = 820.8 \text{ kg}$$

$$W2 = 1940 \text{ kg}$$

$$W3 = 1032 \text{ kg}$$

$$W4 = 384 \text{ kg}$$

$$W5 = 384 \text{ kg}$$

Fuerza por subpresión:

$$F_{sp} = \frac{1000(5,17)(1,04)}{2} = 2688,4 \text{ kg/m}$$

Para facilitar los posteriores cálculos se elabora la siguiente tabla resumen:

FUERZA	MAGNITUD	BRAZO	VOLCAMIENTO	M.RESISTIVO
Fs	346.9	0.47	163.04	
Fa1	80.4	0.59	47.44	
Fa2	224.45	0.47	105.49	
Fimp	143	1.04	148.72	
	794.75			
			<b>464.69</b>	
W1	820.8	2.27		1863.22
W2	1940	1.55		3007.00
W3	1032	1.26		1300.32
W4	384	0.2		76.80
W5	1650	3.8		6270.00
	<b>5826.8</b>			<b>12517.34</b>

Verificación del volcamiento:

$$\frac{\sum MR}{\sum MV} = \frac{12517.34}{464.69} = 26.94 \geq 2 = ok.!$$

Se cumple la condición, por lo tanto se tiene la seguridad que la estructura no va a fallar por este motivo.

Deslizamiento:

$$\frac{\mu \sum FV}{\sum FH} = \frac{2.2 * (5826,8 - 2688,4)}{794,75} = 8,68 \geq 1.5 = ok.!$$

También se cumple la condición de deslizamiento

Diseño Estructural

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  $\rho = 0.003$

$$A_s = \rho b d = 0.003 \times 100 \times 22 = 7.26$$

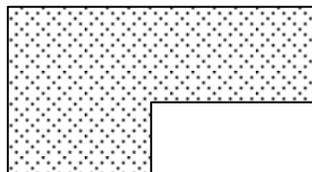
Varillas No. 4 a 20 cm

Acero para efectos de retracción y fraguado:

$$A_s = 0.0009 \times 30 \times 152 = 4.1$$

Se colocarán 6 varillas No 5 a 25 cm.

Elemento 2



Diseño a flexión:

$$A_s = \rho b d = 0.0033 \times 100 \times 18 = 5,4 \text{ cm}^2/m$$

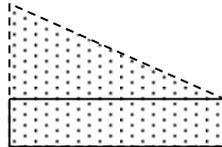
Varillas No. 5 a 15 cm.

Por retracción y fraguado:

$$A_s = 0.0009 \times 25 \times 172 = 3.87$$

Se colocarán varillas No 5 a 25 cm.

Elemento 3



Se colocan los mismos refuerzos del elemento 2

La obra de toma está ubicada en un sitio ideal con muy buena estabilidad según lo soporta el informe de la prueba de geotecnia realizada en este sitio, además el cañón donde se ubica esta obra tiene la suficiente área para que pase por este sitio sin ningún problema el caudal máximo calculado en el estudio de hidrología.

### Diseño de la rejilla

Para el caudal de diseño se mayor el caudal necesario previendo obstrucción en la rejilla por material de arrastre, se diseñará para que con un nivel mínimo de la Quebrada pueda captar un caudal de dos veces el requerido para el turno de riego crítico (con mayor caudal), así:

Caudal de diseño= 2\* Caudal máximo necesario

$$\text{Caudal Diseño} = 2 \times 180 \text{ LPS} = 360 \text{ LPS} = 0.36 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Se recomienda la utilización de rejillas barras de 1" de diámetro separados 1" ángulo de inclinación respecto a la horizontal 75° para limpieza mecánica.

El vertedero lateral de captación se diseñó como vertedero frontal de cresta delgada.

$$Q = 1.84 L_e H^{3/2}$$

Dónde:

Q = caudal a captar (m<sup>3</sup>/s)

Le = Longitud efectiva del vertedero (m)

H = Carga sobre la cresta del vertedero (m)

## Pérdidas en rejilla

Para calcular la pérdida producida en la rejilla se utiliza la fórmula de Kirshmmer

$$h = B \left( \frac{w}{b} \right)^{4/3} hv \sin \theta$$

Dónde:

h = pérdida de carga en m.

B = factor de forma 1.79 varillas circulares

w = espesor barra en m.

hv = carga de velocidad en m. (hv = v<sup>2</sup>/2g)

v = velocidad de aproximación, m/s

(Se toma 0.7 m/seg, para ejecutar limpieza mecánica por acción hidráulica del agua sobre la rejilla)

θ = ángulo de la varilla con la horizontal

b = espacio mínimo entre barras, en metros

### Calculo de carga de velocidad

$$hv = (0.7)^2 / 2g = 0.025$$

### Calculo de perdida de carga

$$h = 1.79 \left( \frac{0.0254}{0.0254} \right)^{4/3} \times 0.025 \times \sin 75^\circ = 0.030$$

Las pérdidas se afectan por un valor de seguridad de 2 a 3 veces, entonces:

$$h = 0.030 \times 2 = 0.06 \text{ m} = 6 \text{ cm}$$

Si se asume una carga de H = 0.45 m se tiene que el nivel de agua dentro de la caja de derivación es 45 – 6 = 39 cm por encima de la cresta del vertedero.

Como el vertedero trabaja sumergido se utiliza la fórmula de Villemonte

$$Q = Q_1 (1 - S^n)^{0.385}$$

Dónde:

Q : Caudal a captar

Q<sub>1</sub> : Caudal captado si el vertedero fuera libre

S: sumergencia

n: exponente en la fórmula como vertedero libre

La sumergencia se calcula así:

$$S = (H - \text{perdidas})/H = (0.45 - 0.06)/0.45 = 0.866$$

Reemplazando en la fórmula de Villemonte:

$$Q_1 = Q / ((1 - S_n)^{0.385}) = (0.360 \text{ m}^3/\text{s}) / (1 - 0.866)^{0.385} = 0.677 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por Francis Tenemos

$$Q = 1.84 L_e H^{3/2}$$

Por lo tanto la longitud efectiva del vertedero es:

$$L_e = Q / (1.84 H^{3/2}) = 0.677 / (1.84 (0.45)^{3/2}) = 1.22 \text{ m}$$

Numero espacios en la reja =  $L_e / \varnothing$  Varilla

$$\text{No. Espacios} = 1.22 \text{ m} / 0.0254 \text{ m} = 47.98 = 48 \text{ espacios}$$

$$\text{No. Varillas} = \text{No. espacios} - 1 = 47 \text{ varillas}$$

$$\text{Longitud total} = (48 + 47) * 0.0254 = 2.41 \text{ m}$$

Se realiza el chequeo con la expresión de vertedero lateral

$$L_e = Q / (1.84 H^{3/2}) = (0.677 / (1.84 (0.45)^{1.6}))^{1/0.9} = 1.36 \text{ m}$$

Como se observa, la diferencia entre las  $L_e$  calculadas es pequeña, luego se adopta 1.22 m

### **Cámara de derivación**

En el sitio donde se construirá la cámara de derivación se encuentra una roca de gran tamaño y buena estabilidad, la cual se puede perfilar con ayuda de equipos y la obra pueda quedar completamente protegida en medio del peñón, además se proyecta la perforación con taladro y con ayuda de epóxico se anclan las varillas que harán parte del refuerzo de la obra.

Las dimensiones se ajustaron al espacio disponible en la obra de toma y teniendo en cuenta que el área debe ser apropiada para ingresar a la cámara a realizar la respectiva limpieza; entonces las medidas de la cajilla del Distrito Llano de la Virgen quedaron así:

$$\text{Largo} = 2,41 \text{ m}$$

$$\text{Ancho en la base} = 1.25 \text{ m y Ancho superior} = 0.98$$

H= 1.85 m

Esta cámara cuenta internamente con un vertedero que cumple la función de predesarenador, pues el agua que ingresa a la cámara pasa por encima de este y los sedimentos quedan en el primer compartimiento que cuenta con una tubería para su evacuación.

El ingreso para el mantenimiento se hace a través de dos aberturas superiores que cuentan con tapa, cadena y candado; demás se instaló una escalera para facilitar el descenso del operario para el mantenimiento.

### 3.2.4.2 Diseño del Desarenador

Son tanques cuya función es disminuir la velocidad del agua para separar las arenas y elementos sólidos que lleva en su recorrido, evitando de esta manera que entren al sistema y colmaten los canales o las tuberías; deben ubicarse lo más cerca posible a la bocatoma.

En el caso de Llano de la Virgen, se proyecta la construcción de un desarenador tipo convencional en las coordenadas 820473.058 mE y 721251.121 mN con altura sobre el nivel del mar de 990.31m en la tubería de salida; localizado al igual que la bocatoma en la margen derecha de la Quebrada La Pescada a la que vierte los excesos y el agua del lavado.

Condiciones de la tubería de entrada.

Q = 180 lts/seg

Diámetro de la tubería a la llegada = Ø 16" PVC RDE 41 Unión mecánica

Condiciones de diseño del desarenador.

Remoción de partículas hasta 0.09mm de diámetro con un grado de remoción del 75%.

Temperatura = 18 °C

Viscosidad cinemática = 0.0106 cm<sup>2</sup>/seg

Grado del desarenador n = 4

Relación longitud – ancho = 3: 1

Calculo de los parámetros de sedimentación.

Velocidad de sedimentación de las partículas,  $d_s = 0.09\text{mm}$ .

$V_s$  = Velocidad de sedimentación de la partícula (cm/sg)

g = Aceleración de la gravedad = (9.81 cm/sg)

$$V_s = \frac{g}{18} \times \frac{(p_s - p)}{u} \times d^2 = \frac{981}{18} \times \frac{(2.35 - 1.0)}{0.0106} \times (0.009)^2 = 0.562 \text{ cm / sg}$$

$d =$  diámetro partículas (0.009cm)

$p_s =$  Peso específico de la partícula (arenas = 2.35 gr / cn<sup>3</sup>)

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

$u =$  Viscosidad cinemática del fluido (0.0106cm<sup>2</sup> / sg), para 18° C

Para  $n = 4$  y remoción del 75%, el tiempo de retención debe ser mayor que el tiempo de sedimentación, para garantizar que se produzca la remoción esperada.

Para garantizar la remoción se tiene que:

$$\frac{\phi}{t} = 1.52$$

$\phi =$  Periodo de retención

$t =$  Tiempo de sedimentación

Suponiendo profundidad útil de sedimentación  $H = 1.80\text{mt}$ .

$$t = \frac{H}{V_s} = \frac{180}{0.562} = 320.28 \text{ sg}$$

Luego el periodo de retención hidráulico será:

$$\phi = 1.52 \times t = 1.52 \times 320.28 = 486.83 \text{ sg}$$

Volumen del tanque desarenador.

$$V = \phi \times Qd = 486.83 \times 0.12 = 87.63 \text{ m}^3$$

Área superficial del tanque desarenador.

$$A_s = \frac{V}{H} = \frac{87.63}{1.80} = 48.68 \text{ m}^2$$

Las dimensiones del tanque. L: B = 3: 1

$$B = \sqrt{\frac{A_s}{3}} = \sqrt{\frac{48.68}{3}} = 4.03$$

$$L = 3 \times B = 3 \times 4.03 = 12.09$$

Por construcción se adoptan las medidas B:4.0 m y L:12.4 m, las cuales cumplen con la condición de área

Área Superficial definitiva= (4.0\*12.4) m

$$A_{sd} = 49.6 \text{ m}^2$$

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

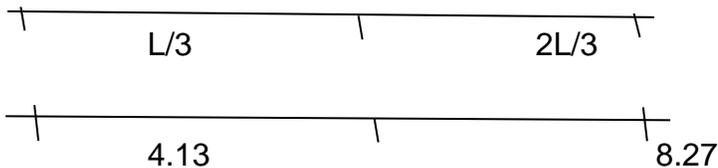
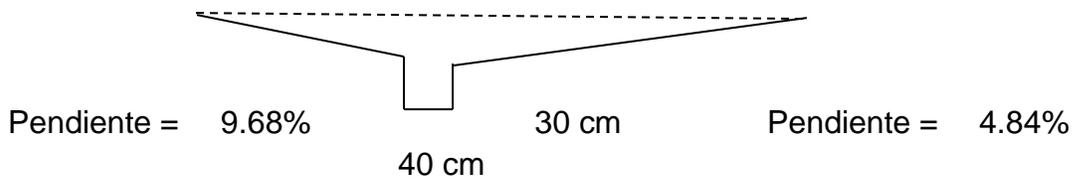
Carga hidráulica superficial del tanque.

$$q = \frac{Qd}{As} = \frac{0.18}{51.21} = 0.00351 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ sg}$$

Dimensionamiento de la Zona de Lodos

Vd= 21% del volumen de la zona de sedimentación

Vd = 12.5 m<sup>3</sup>



$$Vl = 0.3 * 0.4 * 4.0 + (0.40+15)*h*B/2$$

$$h = \frac{12.50 - 0.384}{59.5} * \frac{2}{4}$$

h = 0.40 m = 0.4 m

Vcorrectado= 38.48 m<sup>3</sup>

Para el volumen de lodos, adoptamos hL = 0.4 m, luego las pendientes quedan igual a:

Pendiente longitudinal en L/3= 0.4/ 4.13 = 0.08 = 9.69%

Pendiente longitudinal en 2L/3= 0.4 / 8.27 = 4.83%

Pantalla de entrada y Salida

Profundidad= H/2= 1.8/2= 0.9 m

### Cámara de Aquietamiento

Largo adoptado: 1,25 m

Ancho adoptado: 4 m

Profundidad mínima =  $H/3 = 1.8/3 = 0.6$  m,

### Vertedero de Salida

El alcance horizontal del agua después del vertedero de salida se calcula por Francis así:

$$Q = 1.84 B * H^{3/2}; \text{ luego : } H = (0.06/1.84 * 4)^{2/3} = 0.040 \text{ m.}$$

Velocidad de salida sobre el vertedero:

$$V = Q / B * H = 0.06/(4 * 0.040) = 0.370 \text{ m /seg.}$$

Alcance Horizontal:

$$X_s = 0.36 * V^{2/3} + 0.60 * H^{4/7}$$

$$X_s = 0.36 (0.370)^{2/3} + 0.60 * (0.040)^{4/7} = 0.28 \text{ m.}$$

Por seguridad se adopta un ancho = 0.63 m.

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

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

$$H1 = V1^2 - V2^2 / 2g - K (V1^2 - V2^2) / 2g ; V1 = 1.57 \text{ m/seg}$$

$$V2 = 0.06/ 4 * 0.85$$

$$V2 = 0.017 \text{ m/seg; } K = 0.1$$

$$H1 = 0.1 * \frac{(1.57)^2 - (0.017)^2}{2 * 9.81} = 0.0126 \text{ m}$$

- **Por cambio de sección al entrar al desarenador propiamente = H2**

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

$$V3 = 0.06/ (4 * 1.8)$$

$$V3 = 0.00833 \text{ m/seg } K = 0.1$$

$$H2 = 2.2 * 10^{-5} \text{ m (despreciable).}$$

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

$$H3 = \frac{Q^2}{C^2 * A^2 * 2g} = \frac{(0.06)^2}{(0.6)^2 * (1.04 * 4)^2 * 19.62} = 2.94 * 10^{-5} \text{ m (despreciable)}$$

- **Por paso debajo de la cortina final que funciona como un orificio sumergido = H4**

$$H3 = H4.$$

- **Por paso por encima de la cresta del vertedero de salida = H5**

$$H5 = (Q / 1.84 * B)^{2/3} = (0.06 / 1.84 * 4)^{2/3} = 0.041 \text{ m.}$$

- **Por caída libre después del vertedero de salida = H6**

Se asume  $H6 = 0.13 \text{ m.}$

- **Por velocidad y entrada a la tubería de conducción = H7**

$$H7 = 1.5 V^2 / 2g = 1.5 * (1.57)^2 / (2 * 9.81) = 0.189 \text{ mts}$$

Sumando las pérdidas de energía, serían iguales a 0.37 m; o sea que la diferencia entre lámina de entrada al desarenador y la cota clave de la tubería de conducción, debe ser como mínimo de 0.37 m.

#### Desagüe del desarenador

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

#### Pantalla disipadora de energía

Para el ingreso del agua en la zona de sedimentación se optó por una pantalla de orificios redondos que cumplieran con el parámetro de la velocidad.

$Q = V * A$  donde determinamos una área que cumpla con una  $V = 0.2 \text{ m/s}$

$$A = Q / V = (0.18 \text{ m}^3 / \text{s}) / (0.2 \text{ m} / \text{s}) = 0.90 \text{ m}^2$$

Es decir que para que la velocidad de ingreso del agua en la zona de sedimentación, la sumatoria del área de los orificios debe ser igual o mayor que  $0.90 \text{ m}^2$

Para un orificio de diámetro 8", el área es igual a:  $0.0324 \text{ m}^2$

Entonces determinamos que tenemos que realizar 28 orificios de 8"

#### **Cálculo Estructural del Desarenador**

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

Muros:

$$f_s = 1.9 \text{ (asumido)}$$

$$F_s = \int s * H^2 / 2 * L = 1.9 * (1.80)^2 / 2 * 3.2$$

$$F_s = 9.85 \text{ ton-m}$$

$$q = 9.85 \text{ ton-m}$$

$$M = WL^2 / 8 = 9.85 * (3.2)^2 / 8 = 12.61 \text{ ton-m}$$

$$M_u = 1.7 * M$$

$$M_u = 1.7 * 12.61 = 21.43 \text{ ton-m} = 2143 \text{ ton-cm}$$

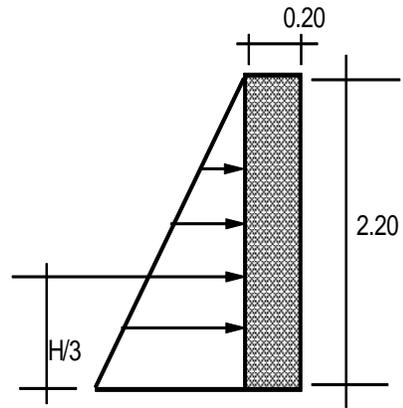
$$K = M_u / b * d^2 = 2143 / 320 * 20^2 = 0.0167$$

Luego  $\int \text{min} = 0.0033$

$$A_s = \int b d = 0.0033 * 100 * 16 = 9.9 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. Var} = 5.28 \text{ cm}^2$$

Varillas 5/8" cada 0.15



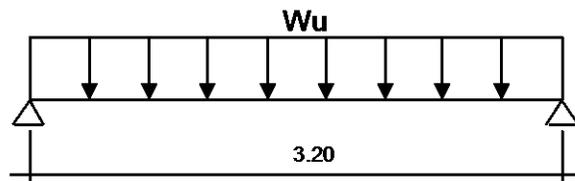
Para el sentido horizontal tenemos:

$$\int \text{min} = 0.0033$$

$$A_s = 0.0033 * 220 * 16 = 11.62 \text{ cm}^2$$

Se colocaran varillas 1/2" cada 0.10

Placa de fondo:



### Cargas actuantes

Peso propio de muros:	12.4	x	0.20	x	2.20	X	2.4	=	13.0944	tn
Peso pantallas son 2	1.0	x	0.15	x	3.20	X	2.4	=	2.304	tn
Peso prop. placa de fondo:	12.4	x	3.20	x	0.20	X	2.4	=	19.0464	tn
									<b>34.44</b>	<b>tn</b>

$$\delta n = W \text{ total} / \text{Area}$$

$$\delta n = 0.87 \text{ tn/m}^2$$

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

$$W_{\text{ult.}} = 0.87 \text{ tn/ml} * 1.8$$

$$Wult. = 1.56 \text{ tn/ml}$$

$$\text{Mult ext.} = Wult \cdot l^2 / 8$$

$$\text{Mult ext.} = 2.53 \text{ tn-m}$$

$$k = \frac{\text{Mult ext.}}{bd^2}$$

$$k = 0.0006 = \delta = 0.001$$

$$\delta < \delta_{\text{mín}} \text{ para } f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ y } f'y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Así, } \delta = \delta_{\text{mín}} = 0.0033$$

$$As = \delta bd$$

$$As = 0.0033 \cdot 100 \cdot 17$$

$$As = 5.61 \text{ cm}^2$$

Varillas 5/8" cada 0.15

Para el sentido longitudinal tenemos:

$$K = 0.0048 = \delta_{\text{mín}} = 0.0033$$

$$As = 7.43 \text{ cm}^2$$

### 3.2.4.3 Diseño de Pasos Elevados

Debido a que la alineación de la conducción principal se hace necesario pasar por algunos accidentes topográficos, es indispensable la construcción de algunas estructuras con el propósito de pasar la tubería.

El diseño de estas importantes obras, se debe realizar de acuerdo a las condiciones que cada uno de ellos nos presentan, ya que algunos casos por la estabilidad de la roca en la zona, se puede emplear esta para la construcción de obras civiles, debido a que con la ayuda de material epóxico, se realiza el anclaje del cable alma directamente sobre la roca.

En algunos casos en donde el terreno nos permitía la construcción de obras en concreto para hacer los muertos a los que se ancla el cable que sostendrá el paso elevado, se diseñaron realizando el análisis de cargas por metro de longitud del viaducto

### Cargas Muertas:

Peso Tubería ( $W_T$ ):

16" RDE 41 tenemos un peso de 19.22 Kg /mts.

Peso Cable Alma ( $W_C$ ):

$\frac{3}{4}$ " Cable A.A. 6x19 – 2 Kg / mts.

Peso Abrazadera ( $W_A$ ): Por cada tubo se instalan 3 abrazaderas se opta por el 0.5 del peso de una abrazadera para este cálculo 4 Kg. con tornillos.

$$\Sigma CM = W_T + W_C + W_A = 25.22 \text{ Kg / mts.}$$

### Cargas Vivas:

Peso Agua ( $W_A$ ): Se determina el área de la sección del tubo de 16" RDE 41

$A_t$ :  $0.1174 \text{ m}^2$  – determinamos un volumen de agua por metro =  $0.1174 \text{ m}^3$

$W_A$ :  $0.1174 \text{ Ton} = 117.4 \text{ Kg / mts.}$

El Peso total por Metro de Viaducto en tubería de 16" RDE 41 lo obtenemos con la sumatoria de las cargas multiplicadas por un coeficiente de carga.

$$\begin{aligned} WT_m &= 1.4\Sigma CM + 1.7\Sigma CV \\ &= 35.318 + 199.58 \\ &= 234.89 \text{ Kg / mts.} \end{aligned}$$

Para determinar el peso de los muertos a construir que actuaran como contrapeso se multiplica la longitud total del viaducto por el peso del viaducto por unidad de medida

Por ejemplo: Un viaducto de  $L = 35 \text{ mts}$  tenemos que:

$$WT = WT_m * L = 234.89 \text{ Kg / mts} * 35 \text{ mts} = 8221.15 \text{ kg}$$

Como el peso debe ser soportado en ambos extremos el peso total se divide por dos, teniendo que construir dos obras de 4110.57 Kg cada una, equivalentes a  $1.75 \text{ m}^3$  de concreto de 3000 PSI

#### **3.2.4.4 Anclajes para Tubería en Cambios de Dirección**

Los anclajes se diseñaron en concreto reforzado para algunos puntos críticos donde se ubican los codos, y las válvulas; sitios donde las presiones o esfuerzos generados deben ser absorbidos por estas estructuras para evitar daños en la tubería.

**Tabla 8. Dimensiones de anclajes tipo**

Anclaje Tipo	Diámetro (D) in	Angulo Codo (Grados)	Sentido Codo	Presión Estática (h) mts	PSI	Empuje (T) (Kg)	Longitud Anclaje (L) mts	Altura Anclaje (H) mts	Ancho Anclaje mts	Volumen Anclaje (m3)	Cant	Volumen Total (m3)	Ubicación
1	16	11.25	Horizontal	70	100	8.760	0.8	0.5	0.8	0.32	2	0.64	820049.4E - 721645.4N 819772.7E - 722285.4N
2	16	22.5		70	100	17.436	1.2	0.7	1	0.84	6	5.04	820045.0E - 722139.0N 820113.9E - 722028.8N 820111.6E - 722125.4N 820061.0E - 722138.0N 820009.0E - 722192.0N 819911.3E - 722278.2N
3	16	45		70	100	34.201	1.8	0.9	1.7	2.75	1	2.754	820121.9E - 722056.2N
4	16	22.5		88	125	21.919	1.2	0.9	1	1.08	1	1.08	819613.4E - 722219.9N
5	16	45		113	170	55.211	1.8	1.4	1.7	4.28	1	4.284	819419.3E - 722161.0N
6	16	45		141	200	68.891	2.1	1.5	2	6.3	1	6.3	819283.9E - 722131.2N
7	16	22.5		141	200	35.120	1.4	1.2	1.2	2.02	3	6.048	819248.1E - 722185.9N 819161.3E - 722280.9N 819172.1E - 722416.2N
8	14	180	Horizontal	222	316	248.008	3.5	3.1	3.2	34.72	1	34.72	819243.1E - 722699.9N
9	14	45		222	316	94.909	2.4	1.8	2.1	9.072	2	18.144	819273.1E - 722814.3N 819126.5E - 723572.9N
10	14	11.25		222	316	24.309	1.3	0.9	1.1	1.29	3	3.861	819125.9E - 723568.7N 819016.9E - 723196.0N 818991.5E - 723335.1N

Anclaje Tipo	Diámetro (D) in	Angulo Codo (Grados)	Sentido Codo	Presión Estática (h) mts	PSI	Empuje (T) (Kg)	Longitud Anclaje (L) mts	Altura Anclaje (H) mts	Ancho Anclaje mts	Volumen Anclaje (m3)	Cant	Volumen Total (m3)	Ubicación
11	14	11.25	Horizontal	222	316	24.309	1.3	0.9	1	1.17	4	4.68	819069.9E - 723407.4N 819323.1E - 723732.5N 819389.5E - 723817.4N 819571.3E - 724057.2N
12	14	22.5		222	316	48.384	1.8	1.3	1.4	3.28	1	3.276	819805.4E - 724959.6N
13	14	22.5		113	170	24.628	1.3	0.9	1.1	1.29	1	1.287	819832.3E - 725109.7N
14	14	45		113	170	48.309	1.9	1.2	1.5	3.42	1	3.42	819681.8E - 725546.0N
15	14	180		113	170	126.238	2.8	2	2.7	15.12	1	15.12	819620.8E - 725698.1N
16	14	45	Vertical Inferior	222	316	94.909	2.8	1.9	2.2	11.7	1	11.704	819743.8E - 725362.5N
17	14	11.25	Vertical Superior	113	170	12.374	2.2	1.5	1.6	5.28	1	5.28	819597.9E - 725760.1N
18	12	90	Horizontal	56	80	37.917	2	0.9	1.2	2.16	1	2.16	819556.5E - 725800.0N
19	12	11.25		56	80	5.256	0.7	0.4	0.6	0.17	1	0.168	819456.5E - 725871.1N
20	12	180		56	80	53.623	2.1	1.2	1.4	3.53	1	3.528	819263.6E - 726374.8N
21	12	22.5		56	80	10.461	1	0.5	0.9	0.45	1	0.45	819289.5E - 726415.5N
22	12	180		56	80	53.623	2.1	1.2	1.5	3.78	1	3.78	819485.1E - 727173.9N
23	10	45	Horizontal	70	100	21.376	1.7	0.6	1	1.02	2	2.04	819636.6E - 727265.4N 819751.6E - 727710.4N
TOTALES											38	139.764	

Estas estructuras son bastante importantes, teniendo en cuenta que el proyecto en cuestión debe soportar presiones altas, la metodología empleada para el cálculo de los mismos es la recomendada por Corcho, Silva y López.

Para el cálculo de los anclajes es necesario determinar los esfuerzos a que está sometido el codo por la presión estática, y los debidos a la presión dinámica.

$$E = 2 \times p_a \times A \times (H + (V^2 / g)) \times \text{Sen} (\Theta / 2)$$

Siendo:

E = Empuje (Tn)

$p_a$  = Peso específico del agua (1000 Kg./m<sup>3</sup>)

H = Altura de la Columna de Agua (m)

A = Area de la sección del tubo (m<sup>2</sup>)

El dimensionamiento de los anclajes se realiza por tanteo, de acuerdo a la ecuación de sentido del codo, ya sea horizontal, vertical inferior o vertical superior a continuación se muestra el procedimiento utilizado para su diseño y en el cuadro 3 se muestran los resultados.

### **Codo en el sentido Horizontal:**

El empuje en el caso de un codo horizontal es:

$$E_h = (\mu \times P) + (L \times h \times (\sigma/4))$$

Dónde:

$E_h$  = Empuje horizontal

P = Peso del anclaje (Ton)

$\mu$  = Coeficiente de fricción, depende de la textura del suelo, ver tabla 9.

L = Longitud del anclaje (m)

h = Altura del anclaje (m)

$\sigma$  = Esfuerzo admisible vertical o capacidad portante (Tn/m<sup>2</sup>), ver tabla 10.

**Tabla 9. Coeficientes de fricción**

<b>Terreno</b>	<b><math>\mu</math></b>
Arcilla húmeda	0.30
Arcilla Seca	0.35
Arena Arcillosa	0.40
Arena sin limo ni Arcilla	0.50
Grava	0.60

**Tabla 10. Capacidad portante del suelo**

<b>Terreno</b>	<b><math>\sigma</math></b>
Arena suelta o arcilla blanda	$\leq 1$
Arena Fina Compacta	2
Arena Gruesa medianamente compacta	2
Arcilla Dura	4
Roca alterada	3-10
Roca inalterada	20

Para calcular las dimensiones del anclaje se tiene:

$$P = \rho_c \times h \times L \times B$$

Dónde:

$\rho_c$  = Peso específico concreto ciclópeo (2,4 Tn/m<sup>3</sup>)

L = Longitud del anclaje (m)

### **Curva Vertical Inferior**

En este caso también el dimensionamiento se realiza también por tanteo, donde  $E_{vi} \geq E$

$$E_{vi} = (L \times B \times \sigma) - P$$

### **Curva vertical Superior**

Como mínimo se debe cumplir que:

$$E_{vs} = P$$

Si  $E_{vs} \geq E$ , entonces el dimensionamiento establecido es correcto, por el contrario si esta condición no se cumple entonces se debe calcular con otras dimensiones.

#### **3.2.4.5 Encofrados para Protección de Tubería**

Se deben construir encofrados para proteger la tubería PVC en el cruce sobre drenajes naturales, para el diseño de estos 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 el siguiente cuadro se presentan los encofrados tipo y en los planos los detalles de construcción.

**Tabla 11. Dimensiones de encofrados tipo**

ENCOFRADO TIPO	DIAMETRO TUBERIA	ANCHO (m)	ALTO (m)
1	16", 14"	0.6	0.6
2	12", 10"	0.45	0.45
3	8"	0.40	0.40
4	6"	0.35	0.35
5	4" y 3"	0.30	0.30
6	2"	0.20	0.20

### 3.2.4.6 Cajillas Prediales y Protección de Válvulas

Se diseñan con el propósito de proteger las válvulas de la intemperie y de transeúntes 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 cuatro (4) tipos.

**Tabla 12. Dimensiones de cajillas tipo**

CAJILLA TIPO	DIAMETRO VALVULA	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	CONCRETO POR METRO (m <sup>3</sup> )	HIERRO POR METRO (Kg)
1	10"-8"	1.2	0.9	1.0	0.94	40
2	6"-4"	1.2	0.8	0.8	0.89	35
3	3"-2"	1.1	0.6	0.7	0.75	30
4	≤ 1 ¼"	0.6	0.5	0.6	0.52	16

Generalmente por economía se instala en la mayoría de distritos de riego en los prediales solamente una válvula control de flujo por lo que se presentan bastantes problemas porque las presiones en los distritos no son uniformes, pues aumentan en los puntos más bajos, mientras que los puntos altos son muy inferiores.

De ahí la importancia de implementar el uso de válvulas reguladoras de presión y caudal, que garanticen condiciones uniformes a todos los usuarios y en consecuencia un distrito de riego homogéneo y eficiente.

Los componentes de la toma predial se ubican en una cajilla en concreto con dos compartimientos, en el primero de los cuales se ubican la toma presión de entrada, válvula de control, las válvulas reguladoras de presión y válvulas reguladoras de caudal; este primer compartimiento cuenta con tapa en concreto, cadena, candado y es manipulado solamente por el fontanero del distrito de riego para evitar que se descalibren las válvulas.

El segundo compartimiento contiene toma presión de salida, válvula de control, Universal y acople rápido, esta parte de la cajilla es manipulada por el usuario.

### 3.2.4.7 Cámara 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 diseñó una cámara de quiebre de presión en la abscisa K0+277, con cota 973.09 m.

### 3.2.5 Diseño del sistema de riego intrapredial

#### 3.2.5.1 Adecuación Predial

Para el proyecto se plantea la construcción de dos parcelas demostrativas del uso racional del agua con el firme propósito de que sean replicadas en los demás lotes para la optimización de recurso hídrico y obtener mejores rendimientos en las cosechas con menores costos de operación del riego.

Las parcelas diseñadas se describen a continuación:

#### Aspersión

##### Abastecimiento

DETALLE	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
FUENTE	Quebrada La Pescada	Se suministrarán 2.0 LPS por usuario

##### Unidad de Riego Propuesta

La unidad de riego propuesta para el diseño de la parcela demostrativa posee las siguientes características:

SISTEMA RIEGO	MODELO REFERENCIA	PRESIÓN TRABAJO	Q (Descarga)	Ø HÚMEDO (mts)	FORMA TRABAJO
Aspersión Mediana (modalidad fijo)	NAAN 427-5WP	22 PSI	0.730 M <sup>3</sup> /HR	22	Círculos Total y Parcial

### Parámetros de Riego

En los parámetros de riego se efectuó los cálculos para una parcela demostrativa tipo de 1 Ha, evaluando la frecuencia de riego para el mes más crítico correspondiente al mes Enero y el mes de menor necesidad de riego (más lluvioso) correspondiente a Marzo.

La parcela demostrativa es una guía para poder determinar el tiempo y frecuencia de riego para el diverso hectareaje que presentan los predios a beneficiar.

### Proyección para Parámetros de Riego

	UNIDAD	
Mes	Enero III Década	Marzo II Década
Área Neta de Riego	1 Ha	1 Ha
Cultivo	Melón, maracuyá, Uva, Pastos.	Melón, maracuyá, Uva, Pastos.
Profundidad Radicular Efectiva	0.5m	0.5m
Sistema de Riego	Aspersión Mediana	Aspersión Mediana
Eficiencia de Aplicación	98%	98%
Jornada de Operación	24 hr/día	24 hr/día
Lámina Neta	31.30mm	31.32mm
Textura del Suelo	FrancoArcilloArenoso	FrancoArcilloArenoso
Densidad Aparente	1.37g/cm <sup>3</sup>	1.37g/cm <sup>3</sup>
Capacidad de Campo	31.44%	31.44%
Punto de Marchites Permanente	16.21%	16.21%
Lamina Bruta	31.93mm	31.96mm
Frecuencia de Riego Teórica	11 días	29 días
Espaciamiento entre laterales	14 m	14 m
Espaciamiento entre Emisores	14 m	14 m
Caudal del Emisor	0.20 lps, 0.73 m <sup>3</sup> /hr	0.20 lps, 0.73 m <sup>3</sup> /hr
Presión de Operación del Emisor	15.5 m.c.a	15.5 m.c.a
Diámetro Húmedo	22 m	22 m
Tiempo de Riego	83 hr (Teórica); 62.4 hr (Efectiva)	83 hr (Teórica); 62.4 hr (Efectiva)
Área a regar por día	0.55 ha/día (teórica); 0.55 ha/día (Efectiva)	0.55 ha/día (teórica); 0.55 ha/día (Efectiva)
Numero de Turnos por día	1.44 (Teórica); 1.92 (Efectiva)	1.44 (Teórica); 1.92 (Efectiva)
# de Emisores Simultáneos	10	10
Caudal de Diseño	2 lps	2 lps
Módulo de Riego	0.37 Lps/ha	0.2 Lps/ha

- **Usuario: Serafín Ramírez**

### Localización

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
Cultivo	Pastos
Área	5.92 Ha
Predio	Rancho Espinal
Vereda	Llano de la Virgen
Municipio	Altamira
Departamento	Huila

### Conducción y Distribución

DESCRIPCIÓN	MATERIAL	Ø	REFERENCIA	RDE
PRINCIPAL	PVC	2"	U.Z.	26
LATERALES	PVC	2"	U.Z.	26
LATERALES	PVC	1 1/2"	EL	26
LATERALES	PVC	1 1/4"	EL	26
LATERALES	PVC	1"	EL	26

### **Goteo**

### Abastecimiento

DETALLE	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
FUENTE	Quebrada La Pescada	Se suministrarán 2.022 LPS por usuario

### Unidad de Riego Propuesta

La unidad de riego propuesta para el diseño de la parcela demostrativa posee las siguientes características:

SISTEMA RIEGO	PRESIÓN TRABAJO	Q (descarga)	Ø HÚMEDO (mts)	FORMA TRABAJO
Goteo	20 PSI	4 LPH	1	Auto compensado

### Parámetros de Riego

En los parámetros de riego se efectuó los cálculos para una parcela demostrativa tipo de 1 Ha, evaluando la frecuencia de riego para el mes más crítico correspondiente al mes Enero y el mes de menor necesidad de riego (más lluvioso) correspondiente a Mayo.

La parcela demostrativa es una guía para poder determinar el tiempo y frecuencia de riego para el diverso hectareaje que presentan los predios diseñados y de igual manera son una guía para los demás predios.

### Proyección para Parámetros de Riego

	UNIDAD	
Mes	Enero III Década	Mayo I Década
Área Neta de Riego	1 Ha	1 Ha
Cultivo	Melón, maracuyá, Uva	Melón, maracuyá, Uva
Profundidad Radicular Efectiva	0.6m	0.6m
Sistema de Riego	Goteo	Goteo
Eficiencia de Aplicación	98%	98%
Jornada de Operación	24 hr/día	24 hr/día
Lámina Neta	38.97mm	38.97 mm
Textura del Suelo	FrancoArcilloArenoso	FrancoArcilloArenoso
Densidad Aparente	1.64 g/cm <sup>3</sup>	1.64 g/cm <sup>3</sup>
Capacidad de Campo	32.84%	32.84%
Punto de Marchites Permanente	19.64%	19.64%
Lamina Bruta	39.76mm	39.76mm
Frecuencia de Riego Teórica	15 días	56 días
Espaciamiento entre laterales	4 m	4 m
Espaciamiento entre Emisores	4 m	4 m
Caudal del Emisor	1.11x 10 <sup>-3</sup> lps, 0.004 m <sup>3</sup> /hr	1.11 x10 <sup>-3</sup> lps, 0.004 m <sup>3</sup> /hr
Presión de Operación del Emisor	14.06 m.c.a	14.06 m.c.a
Diámetro Húmedo	1 m	1 m
Tiempo de Riego	25 hr (Teórica); 18.83 hr (Efectiva)	25 hr (Teórica); 18.83 hr (Efectiva)
Área a regar por día	0.19 ha/día (teórica); 0.19 ha/día (Efectiva)	0.19 ha/día (teórica); 0.19 ha/día (Efectiva)
Numero de Turnos por día	0.96 (Teórica); 1.27 (Efectiva)	0.96 (Teórica); 1.27 (Efectiva)
# de Emisores Simultáneos	625	625
Caudal de Diseño	2 lps	2 lps
Módulo de Riego	0.37 Lps/ha	0.2 Lps/ha

- **Usuario: Guillermo Naranjo**

### Localización

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
Cultivo	Maracuyá
Área	5.23 Ha
Predio	El Retiro
Vereda	Llano de la Virgen
Municipio	Altamira
Departamento	Huila

## Conducción y Distribución

DESCRIPCIÓN	MATERIAL	Ø	REFERENCIA	RDE
PRINCIPAL	PVC	1 1/4"	EL	26
PRINCIPAL	PVC	1"	EL	26
PRINCIPAL	PVC	3/4"	EL	26
MANGUERA	PR	12mm		

## Memorias de Cálculo

La metodología empleada es la de Cifuentes Perdomo Miguel German, donde se emplean talleres didácticos para el diseño de los sistemas de riego.

En las memorias de cálculo se presenta los cálculos efectuados a parcelas tipo, una de modalidad de riego aspersión y una de goteo.

### RIEGO A PRESIÓN: "CÁLCULO DEL ESPACIAMIENTO MÁXIMO PERMISIBLE PARA LA SELECCIÓN E INSTALACIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (EMP)"

DATOS BASICOS			
PROPIETARIO			
MODALIDAD ASPERSIÓN	Predio:		SECTOR DE RIEGO (S.R) No.
UNIDAD DE RIEGO NAAN 427	PRESIÓN : 22 PSI	Q <sub>UR</sub> : 3.22 GPM	ØH: 22 m
FORMA PRINCIPAL SISTEMA DE RIEGO EN CUADRO			VEL. VIENTO 3 Km/Hr

1. MÉTODO DE LA DIAGONAL			
EMP =			
EL	Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral	10	m
EP	Espaciamiento entre líneas de riego sobre la principal	10	m
ØH	Diámetro húmedo de la unidad de riego	22	m
EMP=	14.14	≤	14.67
2. MÉTODO DEL "CRITERIO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO"			
EMP= (F.V.V)*(ØH)≈EP			
F.V.V	Factor en función de la velocidad del viento según forma de operación	0.75	%
ØH	Diámetro Húmedo	22	m
EMP=	16.5	≈	EP
EMP= (F.V.V)*EP ≈ EL			
EMP=	16.5	≈	EL

**Observación:** Teniendo en cuenta la topografía del terreno se decide tomar el espaciamiento E<sub>L</sub> y E<sub>P</sub> igual a

- Usuario: Serafín Ramírez

**RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. “MÉTODO DE CAUDALES PARCIALES”**

1.1 LONGITUD EQUIVALENTE (Le) Tabla 5. Graf 1)					
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	Le (m)
TRAMO-1	Tee Pasiva	1	2"	32.06	1.1
	Tee Activa	2	2"	32.06	3.5
	Sumatoria Le				
TRAMO-2	ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	Le (m)
	Reducción	1	2" - 1 1/2"	25.66	1.4
	Tee Activa	2	1 1/2"	25.66	2.8
	Sumatoria Le				
TRAMO-3	ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	Le (m)
	Reducción	1	1 1/2" - 1 1/4"	19.26	0.9
	Tee Activa	3	1 1/4"	19.26	2.3
	Sumatoria Le				
TRAMO-4	ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	Le (m)
	Reducción	1	1 1/4" - 1"	9.66	0.51
	Tee Activa	2	1"	9.66	1.7
	Codo 90°	1	1"	9.66	0.8
	Sumatoria Le				
1.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD					
VARIABLES		TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería		PVC 1"	PVC 3/4"	PVC 1/2"	PVC 1/2"
RDE tubo		26	26	21	21
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)		0.0015	0.0015	0.0015	0.0015
ØE = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)		0.0334	0.0267	0.0213	0.0213
ØI = Diámetro interno (m)		0.0304	0.0237	0.0183	0.0183
R = Radio interno (m)		0.0152	0.0118	0.0092	0.0092
A = Área tubo = (π)(R <sup>2</sup> )(m <sup>2</sup> )		0.0007	0.0004	0.0003	0.0003
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg.)		0.0006	0.0006	0.0002	0.0002
$V = \frac{Q}{A} = \frac{m}{seg}$		0.84	1.38	0.77	0.77
V PERMISIBLE (m/seg) según fabricante		2.0	2.0	2.0	2.0
CHEQUEO: V < Vp		<b>O.K</b>	<b>O.K</b>	<b>O.K</b>	<b>O.K</b>
OBSERVACIÓN: si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería					

2. PERDIDAS POR CONEXIÓN EN LA UNIDAD DE RIEGO (J2)					
VARIABLES	VALORES	Accesorios	CANTIDAD	∅	Le (m)
F = No. Salidas (tabla No. 1)	1	Expansión	1	1/2" - 3/4"	0.45
Q = Caudal (GPM)	3.22	Hidrante Liviano	1	3/4"	1.6
L <sub>R</sub> = Longitud real (elevador) m	2.00				
L <sub>e</sub> = Longitud equivalente (m)	2.05				
L = longitud total (m)	4.05				
∅ y RDE tubería	3/4"				
j = Pérdidas fricción tubería (m) (Tablas )	0.011				
<b>J2 = (F) (L) (j)</b>	0.04	∑ (L <sub>e</sub> )			<b>2.05</b>

3. PERDIDAS DE PRESIÓN EN LA UNIDAD DE RIEGO		
VARIABLES		VALORES
P = Presión de trabajo medida unidad de riego (m)		15.50
Cg = Coeficiente de descarga de las boquillas	Viejas: 0.95	0.99
	Nuevas: 0.99	
<b>J3 = (15.5) - (0.99*15.5)</b>		<b>0.15</b>

4. PÉRDIDAS TOTALES EN LATERAL (Jt)	
VARIABLES	VALORES
<b>Jt = J1 + J2 + J3</b>	<b>2.87</b>
<b>J permisible (20% presión de trabajo unidad de riego)</b>	<b>3.10</b>
<b>Chequeo: Jt &lt; Jp</b>	<b>O.K</b>

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P <sub>EL</sub> )		PRESIÓN A LA SALIDA (P <sub>SL</sub> )	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P <sub>UR</sub> = Presión unidad riego (m)	15.47	P <sub>EL</sub> = Presión entrada lateral (m)	<b>20.34</b>
J <sub>T</sub> = Pérdidas totales (m)	2.87	J <sub>T</sub> = Pérdidas totales (m)	2.87
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	-2.00	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	-2.00
<b>P<sub>EL</sub> = P<sub>UR</sub> + J<sub>T</sub> ± ΔH (m)</b>	<b>20.34</b>	<b>P<sub>SL</sub> = P<sub>EL</sub> - J<sub>T</sub> ± ΔH (m)</b>	<b>15.47</b>
	<b>28.93</b>		<b>22.00</b>

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

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD: ASPERSION	PROPIETARIO: Rebeca Rojas	SECTOR DE RIEGO (SR) No.
<b>J = (F)(L)(j)</b>	VARIABLES	VALORES
	F: No. Salidas y/o sectores riego. Tabla No. 1	1
	L: Longitud total (m) = $L_R + L_e$	70.70
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0273
	Q: Caudal a conducir = $\Sigma Q$ sectores de riego a beneficiar (GPM)	9.66
	$L_R$ : Longitud real (m)	63.10
	$L_e$ : Longitud equivalente por accesorios (m)	7.60
	RDE tubería	26
	$\phi$ tubería	1"
	<b>J = (F)(L)(j)</b>	

1.1 CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (Le) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	$\phi$	Q (GPM)	Le) m
Tee Pasiva	12	1"	9.66	0.5
Codo 90°	2	1"	9.66	0.8
Sumatoria Le (m)				7.6

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) (m/seg)	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 1"
RDE tubo	26
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.0015
$\phi_E$ = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.0334
$\phi_I$ = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.0304
R = Radio interno (m)	0.0152
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.0007
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg.)	0.0006
$V = \frac{Q}{A} = \frac{m}{seg}$	0.84
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg.) según fabricante	2.0
CHEQUEO: $V < V_p$ ;	<b>O.K</b>
OBSERVACIÓN: si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería.	

CHEQUEO ( Presión Requerida $\leq$ Presión Disponible )				
<b>Presión Disponible</b>	21.09	mts		
<b>Presión Requerida</b>	20.41	mts		
<b>CHEQUEO</b>	20.41	$\leq$	21.09	<b>O.K</b>
<b><math>\Delta H</math></b>	11	mts	<b>A FAVOR</b>	

- Usuario: Guillermo Naranjo

## RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN MULTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO “MÉTODO CAUDALES PARCIALES”

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Autocompensado		HUERTO:		SECTOR RIEGO (SR) No. 1	
Boquilla emisor (color)	Negro	Especie	Maracuyá	Fuente	
Presión trabajo (PSI)	20	Distancia siembra (m)	4	Caudal disponible (GPM)	31.75
Forma de instalación	Sobre línea	Forma siembra	Cuadro	Caudal sector riego » $Q_{SR}$ (GPM)	31.75
Caudal (LPH) = $Q_{UR}$	4	Árboles/ha Aprox.		Caudal /árbol (LPH) Aprox.	4
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores ( $E_L$ ) (m)	4

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J) LATERAL			
VARIABLES			VALORES
$J = (F)(L)(j)$			
$N_A$ = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)			28
$N_{UR}$ = Número de unidades de riego por lateral			28
$q$ = Diámetro y RDE tubería			12 mm
$F$ = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)			0.3689
$Q$ = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)( $Q_{UNITARIO}$ ) = ( ) ( )			1.87 LPM
$T_I$ = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)			2
$T_F$ = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)			1
$N_S$ = Número de espacios entre unidades de riego			27
$E_L$ = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)			4
$L_R$ = Longitud real (m) = ( $N_S$ )( $E_L$ ) + ( $T_I$ ) + ( $T_F$ ) = ( ) ( ) + ( ) + ( )			111
$L_e$ = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m			0.2
$L$ = Longitud total (m) = ( $L_R$ ) + ( $L_e$ ) = ( ) + ( )			111.2
$j$ = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 según fabricante			0.036
$J = (F)(L)(j)$ (m) = ( ) ( ) ( ) m			1.48
CHEQUEO: $J \leq J_{Permisible}$ (55% del 20% y/o 10% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo)			(SI) X
( 1.48 ) $\leq$ ( 1.55 ) en m. Si el resultado es NO, recalcular			(NO)
Observacion			
5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA ( $P_{EL}$ )		PRESIÓN A LA SALIDA ( $P_{SL}$ )	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES

1.1 LONGITUD EQUIVALENTE ( $L_e$ ) Tabla 5. Graf 1)					
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	$\phi$	Q (GPM)	$L_e$ (m)
TRAMO-1	Codo 90°	1	1 1/4"	30.35	1.1
	V. Globo Abierta	1	1 1/4"	30.35	11.3
	silletas				0.5
	Sumatoria $L_e$				<b>12.9</b>
TRAMO-2	ACCESORIOS	CANTIDAD	$\phi$	Q (GPM)	$L_e$ (m)
	Silleta				0.5
	Sumatoria $L_e$				<b>0.5</b>

TRAMO-3	<b>ACCESORIOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ø</b>	<b>Q (GPM)</b>	<b>L<sub>e</sub> (m)</b>
	Reducción	1	1 1/4 - 1"	4.1	0.51
	Silleta				0.5
	Sumatoria Le				<b>1.01</b>
TRAMO-4	<b>ACCESORIOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ø</b>	<b>Q (GPM)</b>	<b>L<sub>e</sub> (m)</b>
	Reducción	1	1 1/4" - 1"	9.66	0.51
	Tee Activa	2	1"	9.66	1.7
	Codo 90°	1	1"	9.66	0.8
	Sumatoria Le				<b>4.71</b>

1.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD				
VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería	PVC 1 1/4"	PVC 1 1/4"	PVC 1"	PVC 3/4"
RDE tubo	26	26	26	26
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.0017	0.0017	0.0015	0.0015
ø <sub>E</sub> = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0422	0.0422	0.0334	0.0267
ø <sub>I</sub> = Diámetro interno (m)	0.0388	0.0388	0.0304	0.0237
R = Radio interno (m)	0.0194	0.0194	0.0152	0.0118
A = Área tubo = (π)(R <sup>2</sup> )(m <sup>2</sup> )	0.0012	0.0012	0.0007	0.0004
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg.)	0.0019	0.0019	0.0007	0.0004
$V = \frac{Q}{A} = \frac{m}{seg}$	1.62	1.62	1.03	0.88
V <sub>PERMISIBLE</sub> (m/seg) según fabricante	2.0	2.0	2.0	2.0
CHEQUEO: V < V <sub>p</sub>	<b>O.K</b>	<b>O.K</b>	<b>O.K</b>	<b>O.K</b>
OBSERVACIÓN: si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería				

CHEQUEO ( Presión Requerida ≤ Presión Disponible )				
<b>Presión Disponible</b>	21.09	mts		
<b>Presión Requerida</b>	27.83	mts		
<b>CHEQUEO</b>	27.83	≤	21.09	<b>LA SUPERA</b>
<b>ΔH</b>	30	mts	<b>A FAVOR</b>	
<b>AJUSTE</b>	<b>DIF- PRESIONES</b>		<b>ΔH</b>	
	-6.74	<	30	<b>O.K</b>
<b>OBSERVACION</b>	SE APLICA LA DIFERENCIA DE ALTURA DEL TERRENO			

### **3.3 Manual De Operación y Mantenimiento**

Este manual tiene como finalidad servir de guía y de material de consulta para las personas encargadas de manejar el distrito, con el fin de administrar los predios, las aguas, las estructuras y equipos, contribuyendo de esta manera a la conservación del mismo, además muestra de manera secuencial, detallada y sencilla, la operación y el mantenimiento que debe realizársele al distrito, para garantizar un óptimo funcionamiento y por consiguiente la permanente disponibilidad de agua.

Para poner en marcha el distrito de riego se empieza por la obra de toma la cual es la que realiza la labor principal y es por donde se realiza todas las labores de puesta en marcha del sistema.

**Bocatoma:** Esta es una obra de gran importancia, ya que por medio de ella hace el ingreso de agua al sistema y se opera normalmente de la siguiente manera:

- Como la bocatoma no cuenta con válvulas de control, esta ópera sin necesidad mayor intervención.
- Con la construcción de la presa se eleva el tirante del agua para que entre a la cámara de recolección, y luego esta pase por encima del vertedero e ingrese a la aducción para ser conducida hasta el desarenador.
- Para el eficiente funcionamiento del sistema y de acuerdo al caudal observado en tiempo verano, se recomienda mantener destapado el tubo de lavado de la cámara de recolección y de lavado de la presa para evitar la acumulación de sedimentos y se realice un continuo lavado de las dos obras.
- En casos de que la quebrada presente mucha turbiedad o alguna crecientes se hace necesario la suspensión del servicio, cerrando la válvula de entrada al desarenador, con el fin de evitar el ingreso material de arrastre de la quebrada.

Para el lavado de la bocatoma se realiza de acuerdo a la cantidad de material transportado por la quebrada y se procede de la siguiente manera:

- Para el normal funcionamiento del sistema, simplemente basta con mantener la rejilla de captación libre de hojas y material extraño, que puedan obstruir la entrada de agua.
- Se debe realizar una limpieza a la cámara de recolección, cuando se requiera con el fin de evitar el ingreso de material en la aducción.
- La frecuencia del mantenimiento depende de las condiciones que presente la fuente abastecimiento.

**Desarenador:** Para la operación de esta obra de tipo convencional y en caso de operación normal del Distrito de Riego se debe seguir el procedimiento descrito:

- Abrir la válvula de entrada gradualmente y cerrar la válvula de lavado.

- Supervisar el vertedero de excesos y la tubería de desagüe en época de aguas máximas.

Para los casos que la quebrada presente mucha turbiedad y no se quiera suspender el servicio, se sugiere la apertura parcial de la válvula de lavado con el fin de extraer sedimentos continuamente durante el funcionamiento del sistema.

El lavado y mantenimiento del desarenador incluye actividades periódicas que consisten principalmente en el drenaje y evacuación de sedimentos acumulados en el fondo de la unidad. La evacuación de los sedimentos que se depositan en el fondo de la unidad se realizara con la frecuencia requerida dependiendo de la calidad del agua y del volumen del tanque.

El procedimiento es:

- Cerrar la válvula de entrada y abrir la válvula de lavado.
- Cuando el nivel sea de aproximadamente 20 cms, agitar el agua con la ayuda de un cepillo de cerda dura, con el propósito de diluir los sedimentos que se depositan en el fondo.
- Evacuar por completo la mezcla agua - sedimentos con la ayuda del cepillo.
- Cerrar la válvula de lavado y abrir la válvula de entrada hasta alcanzar el nivel de 20 cms.
- Repetir el procedimiento 1, 2, 3 y 4 cuantas veces sea necesario hasta que el agua salga completamente limpia.
- Cepillar las paredes de la zona de entrada, zona de sedimentación, zona de salida, cajilla de salida de sedimentos, vertedero de excesos y pantalla deflectora.

**Conducción Principal y Red de Distribución:** Para que el sistema entre en normal funcionamiento después de haber descargado la tubería, se abre la válvula de entrada al desarenador de manera lenta y gradual, con el fin de que el agua realice su ingreso lento a la conducción principal. Además de debe realizar la supervisión de la red durante el proceso de llenado verificando el correcto funcionamiento de los diferentes componentes de la conducción y distribución.

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

- Para evitar la presencia de materiales extraños en la tubería se debe abrir las válvulas de lavado o purga con el fin de hacer la evacuación de estos, los cuales pueden ocasionar obstrucciones en la conducción. Este procedimiento se debe realizar semanalmente y hacerlo lentamente para evitar el colapso de la tubería.
- La limpieza y mantenimiento de los alrededores de las obras para evitar acumulación de escombros que con la lluvia puedan ocasionar daño en alguna de estas estructuras. Así como se debe realizar un constante chequeo del sistema cerciorándose de óptimo funcionamiento del mismo.

Pasos Elevados o Viaductos, Cámara de Quiebre de Presión, Anclajes y Encofrados: Son obras que se construyen en concreto, con el fin de proteger y darle estabilidad al sistema. Estas son unas obras que se les debe realizar un mantenimiento preventivo, verificando la existencia de deterioro de alguno de los diferentes componentes, que puedan afectar el buen funcionamiento del distrito.

Válvulas: Las válvulas son de gran importancia, ya que dependiendo del tipo pueden llegar a cumplir diferentes funciones dentro del sistema.

*Válvulas según su función:*

- **VENTOSA.** La revisión periódica de estas válvulas para verificar su funcionamiento son importantes, ya son las que se encargan de la extracción y el ingreso del aire, a la hora del llenado y vaciado de la tubería. Por ser estas válvulas de acción automática no se hace necesario la manipulación durante el normal funcionamiento del distrito.
- **CONTROL.** La operación de estas, se realiza según la necesidad y dado el caso de suspender el flujo en determinado momento por motivo de mantenimiento en alguna punto del sistema, sin la necesidad de suspender totalmente el servicio. Estas se encuentran ubicadas al inicio de la conducción y de los ramales.
- **PURGA.** Estas válvulas que se encargan de extraer los sedimentos acumulados en la red, se deben operara solamente por el fontanero designado, abriéndolas semanalmente para la limpieza de la conducción y esta proceso se debe hacer lentamente para evitar el colapso de la tubería.

Las diferentes válvulas ubicadas a lo largo de la conducción y distribución deben ser operadas por el fontanero designado, quien además, debe realizar revisiones periódicas para garantizar el buen funcionamiento del sistema y hacerles una limpieza preventiva a las cajillas y sus alrededores.

Para el llenado se debe proceder así:

- Informar a los usuarios del Distrito de riego con la debida anterioridad
- Indicar a los agricultores que deben dejar conectados los aspersores
- Abrir la compuerta de la cámara de derivación y llenar el desarenador
- Desde la válvula principal, iniciar lentamente el llenado de la tubería, con una pequeña parte del caudal total que el sistema requiere.
- -Vigilar la salida de aire en las ventosas.
- -Comprobar la llegada de agua a cada una de las válvulas de purga y luego cerrarlas lentamente.
- -Aumentar el caudal hasta la cantidad requerida por el sistema de riego

Para el vaciado se debe proceder así: Informar a los usuarios del sistema de riego sobre el día y la hora del corte del servicio.

- Revisar el funcionamiento de las válvulas ventosas antes y durante el vaciado de las tuberías.
- Cerrar lentamente la válvula principal.
- Procurar que el vaciado se realice lentamente
- Vaciar totalmente las tuberías antes del siguiente llenado, abriendo parcialmente las válvulas de purga.

### 3.4 Aspectos financieros

#### 3.4.1 Presupuesto

Los presupuestos se basaron en precios actualizados a Julio de 2008. El costo total del proyecto, incluye cada uno de los componentes que se requieren para la construcción de un distrito de riego, partiendo desde un sitio de captación del recurso hídrico hasta la entrega en cada uno de los predios objeto del proyecto.

En el cuadro de presupuesto detallado se presenta un resumen de los ítems requeridos para realizar la ejecución del proyecto; Se presentan las cantidades de obra y los presupuestos para la construcción del distrito de riego, mediante un análisis de precios unitarios teniendo en cuenta los costos de administración e imprevistos contemplados como gastos elegibles en los términos de referencia.

**Tabla 13. Presupuesto detallado**

1. INVERSIONES CON CARGO A LOS RECURSOS DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA-INCODER				
ITEM	V/UNITARIO (\$)	UNIDAD	CANT	V/TOTAL (\$)
<b>1.1. CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y DOMICILIARIA</b>				
<b>Zona de Distribución</b>				
TUBO 3" RDE 26 U.Z.	\$ 9.151	ML	906	\$ 8.290.806
<b>Zona Media (Viaducto sobre el Río Suaza- Fin de acceso vehicular)</b>				
TUBO 14" RDE 13.5 U.Z.	\$ 526.235	ML	2502	\$ 1.316.639.970
TUBO 14" RDE 21 U.Z.	\$ 221.128	ML	685	\$ 151.472.680
<b>Zona Baja (Fin acceso vehicular Cámara Quiebre de Presión)</b>				
TUBO 14" RDE 26 U.Z.	\$ 173.953	ML	565	\$ 98.283.445
TUBO 14" RDE 32.5 U.Z.	\$ 140.988	ML	46	\$ 6.485.448
<b>Zona Alta (Bocatoma- Viaducto sobre Río Suaza)</b>				
TUBO 16" RDE 21 U.Z.	\$ 300.162	ML	1124	\$ 337.382.088
TUBO 16" RDE 26 U.Z.	\$ 248.458	ML	492	\$ 122.241.336
TUBO 16" RDE 32.5 U.Z.	\$ 199.371	ML	266	\$ 53.032.686
TUBO 16" RDE 41 U.Z.	\$ 162.086	ML	1107	\$ 179.429.202
<b>SUBTOTAL 1.1.</b>				<b>\$ 2.273.257.661</b>
<b>1.2. UNIDAD DE RIEGO</b>				
Válvula Soldada PVC 1 1/2"	\$ 5.211	UND	86	\$ 448.172
Codo 90 PVC 1 1/2"	\$ 3.551	UND	172	\$ 610.830
Buje Soldado PVC 1 1/2" x 1"	\$ 1.808	UND	86	\$ 155.476
Adaptador Macho PVC 1 1/2"	\$ 2.035	UND	86	\$ 175.004
Acople Rápido AL Pieza A 1 1/2"	\$ 5.220	UND	172	\$ 897.840
Acople Rápido AL Pieza C 1 1/2"	\$ 15.051	UND	172	\$ 2.588.772
Abrazadera Industrial 1 1/2"	\$ 1.784	UND	344	\$ 613.524
Trípode Lamina 1 1/2" Conexión Macho	\$ 82.263	UND	86	\$ 7.074.597
Aspersor 2 LPS a 30 PSI - Conexión 1 1/2"	\$ 208.800	UND	86	\$ 17.956.800
Manguera Plana 1 1/2" x 50 Mts	\$ 90.000	UND	86	\$ 7.740.000
<b>SUBTOTAL 1.2.</b>				<b>\$ 38.261.015</b>

ITEM	V/UNITARIO (\$)	UNIDAD	CANT	V/TOTAL (\$)
<b>1.3. ACCESORIOS EN PVC Y LAMINA, A PRESIÓN</b>				
ADAPTADOR HEMBRA 1" PVC	\$ 965	UND	91	\$ 87.815
ADAPTADOR HEMBRA 1 1/2" PVC	\$ 2.667	UND	1	\$ 2.667
ADAPTADOR HEMBRA 1 1/4" PVC	\$ 1.578	UND	8	\$ 12.624
ADAPTADOR HEMBRA 2" PVC	\$ 4.748	UND	3	\$ 14.244
ADAPTADOR HEMBRA 3" PVC	\$ 13.950	UND	3	\$ 41.850
ADAPTADOR HEMBRA 4" PVC	\$ 25.193	UND	2	\$ 50.386
ADAPTADOR MACHO 1" PVC	\$ 806	UND	361	\$ 290.966
ADAPTADOR MACHO 1 1/4" PVC	\$ 1.696	UND	23	\$ 39.008
ADAPTADOR MACHO 2 1/2" PVC	\$ 7.381	UND	2	\$ 14.762
BUJE SOLDADO 1 1/4"x1" PVC	\$ 1.144	UND	47	\$ 53.768
BUJE SOLDADO 1 1/2"x1" PVC	\$ 1.766	UND	10	\$ 17.660
BUJE SOLDADO 1 1/2"x1 1/4" PVC	\$ 1.766	UND	4	\$ 7.064
BUJE SOLDADO 2"x1" PVC	\$ 2.699	UND	4	\$ 10.796
BUJE SOLDADO 2"x1 1/4" PVC	\$ 2.699	UND	9	\$ 24.291
BUJE SOLDADO 2"x1 1/2" PVC	\$ 2.699	UND	8	\$ 21.592
BUJE SOLDADO 2 1/2"x1" PVC	\$ 8.538	UND	15	\$ 128.070
BUJE SOLDADO 2 1/2"x1 1/4" PVC	\$ 8.538	UND	3	\$ 25.614
BUJE SOLDADO 2 1/2"x1 1/2" PVC	\$ 6.772	UND	4	\$ 27.088
BUJE SOLDADO 2 1/2"x 2" PVC	\$ 6.772	UND	4	\$ 27.088
BUJE SOLDADO 3"x1" PVC	\$ 12.421	UND	6	\$ 74.526
BUJE SOLDADO 3"x1 1/4" PVC	\$ 12.421	UND	5	\$ 62.105
BUJE SOLDADO 3"x2" PVC	\$ 9.722	UND	10	\$ 97.220
BUJE SOLDADO 3"x2 1/2" PVC	\$ 9.722	UND	6	\$ 58.332
BUJE SOLDADO 4"x1 1/4" PVC	\$ 18.033	UND	5	\$ 90.165
BUJE SOLDADO 4"x1 1/2" PVC	\$ 18.033	UND	1	\$ 18.033
BUJE SOLDADO 4"x1" PVC	\$ 18.033	UND	1	\$ 18.033
BUJE SOLDADO 4"x2" PVC	\$ 15.334	UND	5	\$ 76.670
BUJE SOLDADO 4"x2 1/2" PVC	\$ 15.334	UND	1	\$ 15.334
BUJE SOLDADO 4"x3" PVC	\$ 15.334	UND	5	\$ 76.670
CODO 45° X 2" PVC	\$ 6.228	UND	2	\$ 12.456
CODO 45° X 2 1/2" PVC	\$ 17.553	UND	1	\$ 17.553
CODO 45° X 3" PVC	\$ 20.048	UND	2	\$ 40.096
CODO 90° X 1" PVC	\$ 966	UND	89	\$ 85.974
CODO 90° X 1 1/2" PVC	\$ 3.468	UND	2	\$ 6.936
CODO 90° X 2" PVC	\$ 5.683	UND	1	\$ 5.683
CODO 90° X 2 1/2" PVC	\$ 16.368	UND	2	\$ 32.736
CODO 90° X 3" PVC	\$ 19.083	UND	3	\$ 57.249
CODO GRAN RADIO EN PVC 22 1/2° X 10" U.Z.	\$ 522.705	UND	1	\$ 522.705
CODO GRAN RADIO EN PVC 11 1/4° X 10" U.Z.	\$ 429.200	UND	1	\$ 429.200
CODO GRAN RADIO 11 1/4° X 12" U.Z.	\$ 665.904	UND	2	\$ 1.331.808
CODO GRAN RADIO 22 1/2° X 12" U.Z.	\$ 828.105	UND	2	\$ 1.656.210
CODO GRAN RADIO 45° X 10" U.Z.	\$ 641.949	UND	2	\$ 1.283.898
CODO GRAN RADIO 90° X 6" U.Z.	\$ 223.208	UND	2	\$ 446.416
CODO GRAN RADIO 90° X 12" U.Z.	\$ 1.566.802	UND	1	\$ 1.566.802
COLLAR EN LAMINA 12" X 1" (SALIDA CONEXION HEMBRA)	\$ 464.000	UND	4	\$ 1.856.000
COLLAR EN LAMINA 12" X 1 1/4" (SALIDA CONEXION HEMBRA)	\$ 464.000	UND	1	\$ 464.000
COLLAR EN LAMINA 12" X 2 1/2" (CONEXIÓN MACHO)	\$ 464.000	UND	1	\$ 464.000
COLLAR EN LAMINA 12" X 4" (CONEXIÓN HEMBRA)	\$ 581.160	UND	1	\$ 581.160
COLLAR EN LAMINA 12" X 4" (CONEXIÓN MACHO)	\$ 581.160	UND	1	\$ 581.160
COLLAR EN LAMINA 10" X 4" (SALIDA CONEXION BRIDA)	\$ 581.160	UND	1	\$ 581.160
COLLAR EN LAMINA 10" X 1 1/4" (SALIDA CONEXION HEMBRA)	\$ 581.160	UND	3	\$ 1.743.480
COLLAR EN LAMINA 10" X 1" (SALIDA CONEXION HEMBRA)	\$ 581.160	UND	2	\$ 1.162.320
COLLAR EN LAMINA 6" X 1 1/4" (CONEXIÓN HEMBRA)	\$ 301.600	UND	14	\$ 4.222.400

ITEM	V/UNITARIO (\$)	UNIDAD	CANT	V/TOTAL (\$)
REDUCCION EN LAMINA 16" X 14" CONEXIONES DRESSER x DRESSER CON SALIDA LATERAL DE 10" CONEXIÓN BRIDA	\$ 2.027.424	UND	1	\$ 2.027.424
TEE 1 1/4" PVC	\$ 3.473	UND	2	\$ 6.946
TEE 2" PVC	\$ 7.262	UND	2	\$ 14.524
TEE 2 1/2" PVC	\$ 17.225	UND	3	\$ 51.675
TEE 3" PVC	\$ 24.685	UND	7	\$ 172.795
TEE 4" PVC	\$ 53.386	UND	11	\$ 587.246
TEE EN LAMINA REDUCIDA DE 10" (EXTREMO CAMPANA) X 6 (EXTREMO LISO) X 10" (EXTREMO LISO)	\$ 951.200	UND	1	\$ 951.200
TEE EN LAMINA REDUCIDA DE 8" (EXTREMO CAMPANA) X 6 (EXTREMO LISO) X 6" (EXTREMO LISO)	\$ 893.200	UND	1	\$ 893.200
TEE EN LAMINA REDUCIDA DE 6" (EXTREMO CAMPANA) X 4" (EXTREMO LISO) X 3" (EXTREMO MACHO)	\$ 823.600	UND	1	\$ 823.600
UNION 1 1/2" PVC	\$ 1.099	UND	214	\$ 235.186
UNION 1 1/4" PVC	\$ 806	UND	369	\$ 297.414
UNION 2" PVC	\$ 1.803	UND	1	\$ 1.803
UNION 2 1/2" PVC	\$ 7.131	UND	3	\$ 21.393
UNION REPARACION 3" PVC	\$ 30.094	UND	1	\$ 30.094
UNION REPARACION 6" PVC	\$ 123.515	UND	3	\$ 370.545
TEE LAMINA 10"x8"x6" TIPO CONEXIÓN CAMPANA ESPIGO	\$ 893.200	UND	1	\$ 893.200
TEE EN LAMINA 12"*12"*4" CONEXIÓN CAMPANA ESPIGO	\$ 951.200	UND	1	\$ 951.200
TEE EN LAMINA 10"*10"*4" CONEXIÓN CAMPANA ESPIGO	\$ 893.200	UND	1	\$ 893.200
CODO 55° GRAN RADIO EN LAMINA 12"	\$ 815.000	UND	1	\$ 815.000
CODO 45° GRAN RADIO LAMINA 12"*10"	\$ 815.000	UND	1	\$ 815.000
COLLAR DERIVACION EN LAMINA 12"*3"	\$ 581.160	UND	1	\$ 581.160
UNIÓN DRESSER EN HIERRO DÚCTIL DE 14"	\$ 471.648	UND	10	\$ 4.716.480
CODO DE 14" DE 90° EN ACERO AL CARBON PARA 600 PSI EXTREMO DRESER	\$ 1.660.872	UND	3	\$ 4.982.616
CODO DE 14" DE 45° EN ACERO AL CARBON PARA 600 PSI EXTREMO DRESER	\$ 1.187.832	UND	5	\$ 5.939.160
CODO DE 14" DE 22,5° EN ACERO AL CARBON PARA 600 PSI EXTREMO DRESER	\$ 1.092.828	UND	3	\$ 3.278.484
CODO DE 14" DE 11,25° EN ACERO AL CARBON PARA 600 PSI EXTREMO DRESER	\$ 1.092.828	UND	12	\$ 13.113.936
CODO DE 14" DE 7° EN ACERO AL CARBON PARA 600 PSI EXTREMO DRESER	\$ 1.092.828	UND	10	\$ 10.928.280
CODO DE 14" DE 45° EN ACERO AL CARBON PARA 200 PSI EXTREMO DRESER * LISO	\$ 1.009.681	UND	2	\$ 2.019.362
CODO DE 14" DE 33° EN ACERO AL CARBON PARA 200 PSI EXTREMO DRESER * LISO	\$ 1.002.330	UND	5	\$ 5.011.650
CODO DE 14" DE 22,5° EN ACERO AL CARBON PARA 200 PSI EXTREMO DRESER * LISO	\$ 904.979	UND	8	\$ 7.239.832
CODO DE 14" DE 17° EN ACERO AL CARBON PARA 200 PSI EXTREMO DRESER * LISO	\$ 904.979	UND	6	\$ 5.429.874
CODO DE 14" DE 11,25° EN ACERO AL CARBON PARA 200 PSI EXTREMO DRESER * LISO	\$ 904.980	UND	17	\$ 15.384.660
CODO DE 14" DE 7° EN ACERO AL CARBON PARA 200 PSI EXTREMO DRESER * LISO	\$ 904.980	UND	10	\$ 9.049.800
CODO DE 16" DE 45° EN ACERO AL CARBON PARA 200 PSI EXTREMO DRESER * LISO	\$ 1.373.618	UND	5	\$ 6.868.090
CODO DE 16" DE 33° EN ACERO AL CARBON PARA 200 PSI EXTREMO DRESER * LISO	\$ 1.319.330	UND	26	\$ 34.302.580
CODO DE 16" DE 22,5° EN ACERO AL CARBON PARA 200 PSI EXTREMO DRESER * LISO	\$ 1.305.042	UND	27	\$ 35.236.134
CODO DE 16" DE 17° EN ACERO AL CARBON PARA 200 PSI EXTREMO DRESER * LISO	\$ 1.305.042	UND	4	\$ 5.220.168

ITEM	V/UNITARIO (\$)	UNIDAD	CANT	V/TOTAL (\$)
CODO DE 16" DE 11,25° EN ACERO AL CARBON PARA 200 PSI EXTREMO DRESER * LISO	\$ 1.305.042	UND	26	\$ 33.931.092
CODO DE 16" DE 7° EN ACERO AL CARBON PARA 200 PSI EXTREMO DRESER * LISO	\$ 1.305.042	UND	12	\$ 15.660.504
COLLAR DERIVACION EN LAMINA DE 12"*2"	\$ 445.390	UND	1	\$ 445.390
<b>SUBTOTAL 1.3.</b>				<b>\$ 250.827.740</b>
<b>1.4.VÁLVULAS</b>				
VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN 10" (CONEXIÓN BRIDA)	\$ 21.837.500	UND	2	\$ 43.675.000
VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN 10" (CONEXIÓN BRIDA)	\$ 257.200	UND	180	\$ 46.296.000
VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN 1" (CONEXIÓN HEMBRA)	\$ 2.978.375	UND	1	\$ 2.978.375
VÁLVULA DE CONTROL 10" (CONEXIÓN BRIDA); PRESIÓN 150 PSI	\$ 1.189.188	UND	3	\$ 3.567.564
VÁLVULA DE CONTROL 8" (CONEXIÓN BRIDA); PRESIÓN 250 PSI	\$ 935.548	UND	14	\$ 13.097.672
VÁLVULA DE CONTROL 6" (CONEXIÓN BRIDA); PRESIÓN 250 PSI	\$ 471.416	UND	1	\$ 471.416
VÁLVULA DE CONTROL 4" (CONEXIÓN BRIDA); PRESIÓN 150 PSI	\$ 397.500	UND	3	\$ 1.192.500
VÁLVULA DE CONTROL 3" (CONEXIÓN BRIDA); PRESIÓN 150 PSI	\$ 338.000	UND	6	\$ 2.028.000
VÁLVULA DE CONTROL 2" (CONEXIÓN BRIDA); PRESIÓN 150 PSI	\$ 49.500	UND	89	\$ 4.405.500
VÁLVULA DE CONTROL 1 1/4" EN BRONCE (CONEXIÓN HEMBRA); PRESIÓN 150 PSI	\$ 80.100	UND	180	\$ 14.418.000
VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL 1" (CONEXIÓN HEMBRA)	\$ 249.160	UND	28	\$ 6.976.480
VÁLVULA DOBLE EFECTO O TRIFUNCIONAL; CONEXIÓN 1" (Accesorios de Conexión)	\$ 538.100	UND	58	\$ 31.209.800
VÁLVULA DOBLE EFECTO O TRIFUNCIONAL; CONEXIÓN 2" (Accesorios de Conexión)	\$ 60.860	UND	180	\$ 10.954.800
<b>SUBTOTAL 1.4.</b>				<b>\$ 181.271.107</b>
<b>1.5.PASOS ELEVADOS</b>				
Construcción de viaducto colgante para paso de tubería PVC de 14" a todo costo sobre caño. Incluye: suministro de materiales, mano de obra, uso de herramientas y equipos, en cable de 1" para sujeción principal y cortavientos y péndolas en 3/8", perros de sujeción	\$ 450.000	ML	25	\$ 11.250.000
Construcción de viaducto colgante para paso de tubería PVC de 12" a todo costo sobre caño. Incluye: suministro de materiales, mano de obra, uso de herramientas y equipos, en cable de 3/4" para sujeción principal , perros de sujeción	\$ 300.000	ML	15	\$ 4.500.000
Instalación de tubería sobre viaducto existente para paso sobre el río Suaza	\$ 20.100	ML	100	\$ 2.010.000
Abrazaderas Para Tubería de 14" en Lamina de Acero, Empaque y seguro con Tornillo Para Tubería Viaducto Río Suaza	\$ 255.000	UND	15	\$ 3.825.000
<b>SUBTOTAL 1.5.</b>				<b>\$ 21.585.000</b>
<b>1.6. ENCOFRADOS PARA PROTECCIÓN TUBERÍA</b>				
ENCOFRADO TIPO 1 (0.60*0.60)m PARA TUBERIA DE 14" Y 16"				
Suministro materiales y construcción de encofrado tipo 1, incluye acero de refuerzo, malla para pañete como recubrimiento de la tubería	\$ 325.000	ML	298,8	\$ 97.110.000
ENCOFRADO TIPO 2 (0.45*0.45)m PARA TUBERIA DE 12 Y 10"				
Suministro materiales y construcción de encofrado tipo 2, incluye acero de refuerzo, malla para pañete como recubrimiento de la tubería	\$ 250.000	ML	20	\$ 5.000.000

ITEM	V/UNITARIO (\$)	UNIDAD	CANT	V/TOTAL (\$)
<b>ENCOFRADO TIPO 3 (0.40*0.40)m PARA TUBERIA DE 8"</b>				
Suministro materiales y construcción de encofrado tipo 3, incluye acero de refuerzo, malla para pañete como recubrimiento de la tubería	\$ 195.000	ML	6	\$ 1.170.000
<b>ENCOFRADO TIPO 4 (0.35*0.35)m PARA TUBERIA DE 6"</b>				
Suministro materiales y construcción de encofrado tipo 4, incluye acero de refuerzo, malla para pañete como recubrimiento de la tubería	\$ 150.000	ML	10	\$ 1.500.000
<b>ENCOFRADO TIPO 5 (0.30*0.30)m PARA TUBERIA DE 4" Y 3"</b>				
Suministro materiales y construcción de encofrado tipo 5, incluye acero de refuerzo, malla para pañete como recubrimiento de la tubería	\$ 90.000	ML	5	\$ 450.000
<b>ENCOFRADO TIPO 6 (0.20*0.20)m PARA TUBERIA DE 2"</b>				
Suministro materiales y construcción de encofrado tipo 6, incluye acero de refuerzo, malla para pañete como recubrimiento de la tubería	\$ 50.000	ML	3	\$ 150.000
<b>SUBTOTAL 1.6.</b>				<b>\$ 105.380.000</b>
<b>1.7. ANCLAJES PARA TUBERÍA EN CAMBIO DE DIRECCIÓN</b>				
Anclajes en concreto	\$ 715.000	M3	70	\$ 50.050.000
<b>SUBTOTAL 1.7.</b>				<b>\$ 50.050.000</b>
<b>1.8. AMARRE DE TUBERÍA EN ROCA</b>				
Anclajes en varilla roscada 1/2" y soportería en lámina de acero, abrazaderas en platina con seguro y tornillo para amarrar y restringir movimiento en tubería de 16" anclada en la roca	\$ 70.136	ML	\$ 1.700	\$ 119.231.710
<b>SUBTOTAL 1.8.</b>				<b>\$ 119.231.710</b>
<b>1.9. BOCATOMA</b>				
Manejo de Aguas	\$ 1.900.000	GL	1	\$ 1.900.000
Excavación en tierra considerando todo factor y retiro	\$ 19.000	m3	15	\$ 285.000
Tapa en concreto de 0.6 x 0.6 mts con ángulo de 1/2", con candado	\$ 100.000	UN	1	\$ 100.000
Suministro e Instalación de Rejilla en ángulo de 2" * 2" * 1/4" de 2.41 * 1.5 mts, varilla lisa D = 1" separados 1", pintada con anticorrosivo	\$ 750.000	UN	1	\$ 750.000
Concreto simple de 3000 psi	\$ 780.000	m3	12,74	\$ 9.937.200
Concreto ciclópeo de 2500 psi, 40% piedra	\$ 480.000	m3	3,5	\$ 1.680.000
Acero de refuerzo A-37 y A-60	\$ 4.000	kg	1057	\$ 4.228.000
Relleno de estructuras con material seleccionado de la excavación.	\$ 7.000	m3	6	\$ 42.000
Pasamuro en Lamina de 8" x 4,5 Mts con Tapón Roscado	\$ 1.230.000	UN	1	\$ 1.230.000
Pasamuro en Lamina de 6" x 0,75 Mts con Tapón Roscado	\$ 486.000	UN	1	\$ 486.000
Pasamuro en Lamina de 16" x 1 Mts con Extremo Liso y Almenara en 4"	\$ 1.885.000	UN	1	\$ 1.885.000
<b>SUBTOTAL 1.9.</b>				<b>\$ 22.523.200</b>
<b>SUBTOTAL 1.(1.1.+1.2.+1.3.+1.4.+1.5.+1.6.+1.7.+1.8.+1.9.)</b>				<b>\$ 3.062.387.433</b>
<b>ADMINISTRACION ITEMS (3%)</b>				<b>\$ 91.871.623</b>
<b>IMPREVISTOS ITEMS (2%)</b>				<b>\$ 61.247.749</b>
<b>UTILIDAD ITEMS (3%)</b>				<b>\$ 91.871.623</b>
<b>IVA SOBRE UTILIDAD (16%)</b>				<b>\$ 14.699.460</b>
<b>TOTAL 1.</b>				<b>\$ 3.344.601.087</b>
<b>2. INVERSIONES CON CARGO A LOS RECURSOS DE LA CONTRAPARTIDA</b>				
<b>2.1. CONTRAPARTIDA EN EFECTIVO (ITEM)</b>				
<b>2.1.1. DESARENADOR</b>				
Excavación considerando todo factor y retiro	\$ 19.000	M3	118	\$ 2.242.000
Suministro e instalación válvula de control ø 16" tipo Waffer y accesorios	\$ 6.336.000	UND	1	\$ 6.336.000
Suministro e instalación válvula de control ø 8" y accesorios	\$ 1.189.188	UND	1	\$ 1.189.188

ITEM	V/UNITARIO (\$)	UNIDAD	CANT	V/TOTAL (\$)
Suministro e instalación Tubería alcantarillado 8" con accesorios (Lavado)	\$ 113.500	ML	12	\$ 1.362.000
Acero A-37 y A-60	\$ 4.000	KG	3877	\$ 15.508.000
Concreto simple de 3000 psi	\$ 780.000	M3	41	\$ 31.980.000
Relleno de estructuras con material seleccionado de la excavación.	\$ 7.000	M3	20	\$ 140.000
Pañete interior impermeabilizado	\$ 20.000	M2	152	\$ 3.040.000
Almenara (collar en lamina 16" x 2"; adapt. Hembra; niple PVC 2"; tapón soldado 2")	\$ 381.788	UND	1	\$ 381.788
<b>SUBTOTAL 2.1.1.</b>				<b>\$ 62.178.976</b>
<b>2.1.2. MANO DE OBRA CALIFICADA (Incluye soldadura, limpiador, lubricante y cinta teflon)</b>				
INSTALACIÓN TUBO DE 6mts $\phi$ : 16", 14"	\$ 13.250	ML	5032	\$ 66.674.000
INSTALACIÓN TUBO DE 6mts $\phi$ : 12", 10", 8"	\$ 7.500	ML	3086	\$ 23.145.000
INSTALACIÓN TUBO DE 6mts $\phi$ : 6", 4", 3"	\$ 4.800	ML	8099	\$ 38.875.200
INSTALACIÓN TUBO DE 6mts $\phi$ : 2 1/2", 2", 1 1/2", 1 1/4" con accesorios y válvulas	\$ 3.700	ML	5052	\$ 18.692.400
INSTALACIÓN TUBO DE 6mts $\phi$ : 1" con accesorios y válvulas	\$ 950	ML	100	\$ 95.000
INSTALACION TUBO DE 6 mts $\phi$ : 16" (Anclado sobre la roca a orilla de la Quebrada la Pescada)	\$ 20.700	ML	1700	\$ 35.190.000
INSTALACIÓN DE PREDIALES CON VÁLVULAS Y UNIDAD DE RIEGO	\$ 82.990	USUARIO	89	\$ 7.386.110
<b>SUBTOTAL 2.1.2.</b>				<b>\$ 190.057.710</b>
<b>2.1.3. PARCELAS TIPO DE USO RACIONAL DE AGUA</b>				
PARCELA TIPO 1 ASPERSIÓN	\$ 37.608.058	PARCELA	1	\$ 37.608.058
PARCELA TIPO 2 GOTEO	\$ 3.773.585	PARCELA	1	\$ 3.773.585
<b>SUBTOTAL 2.1.3.</b>				<b>\$ 41.381.643</b>
<b>2.1.4. CONSTRUCCIÓN DE CAJILLAS PREDIALES Y PROTECCIÓN VÁLVULAS</b>				
CAJILLAS PARA VALVULAS TIPO 1				
Acero A-37 y A-60	\$ 4.080	Kg	40	\$ 163.200
Concreto simple de 3000 psi	\$ 572.000	M3	0,94	\$ 537.680
<b>SUBTOTAL CAJILLA TIPO 1</b>				<b>\$ 700.880</b>
<b>VALOR TOTAL CAJILLAS TIPO 1</b>	<b>\$ 700.880</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>\$ 700.880</b>
CAJILLAS PARA VALVULAS TIPO 2				
Acero A-37 y A-60	\$ 4.080	Kg	35	\$ 142.800
Concreto simple de 3000 psi	\$ 572.000	M3	0,9	\$ 514.800
<b>SUBTOTAL CAJILLA TIPO 2</b>				<b>\$ 657.600</b>
<b>VALOR TOTAL CAJILLAS TIPO 2</b>	<b>\$ 657.600</b>	<b>UND</b>	<b>3</b>	<b>\$ 1.972.800</b>
CAJILLAS PARA VALVULAS TIPO 3				
Acero A-37 y A-60	\$ 4.080	Kg	30	\$ 122.400
Concreto simple de 3000 psi	\$ 572.000	M3	0,75	\$ 429.000
<b>SUBTOTAL CAJILLA TIPO 3</b>				<b>\$ 551.400</b>
<b>VALOR TOTAL CAJILLAS TIPO 3</b>	<b>\$ 551.400</b>	<b>UND</b>	<b>90</b>	<b>\$ 49.626.000</b>
CAJILLAS PARA VALVULAS TIPO 4				
Acero A-37 y A-60	\$ 4.080	Kg	16	\$ 65.280
Concreto simple de 3000 psi	\$ 572.000	M3	0,52	\$ 297.440
<b>SUBTOTAL CAJILLA TIPO 4</b>				<b>\$ 362.720</b>
<b>VALOR TOTAL CAJILLAS PARA VÁLVULAS TIPO 4</b>	<b>\$ 362.720</b>	<b>UND</b>	<b>26</b>	<b>\$ 9.430.720</b>
SEGURIDAD DE LAS CAJILLAS (CADENA Y CANDADO)	\$ 19.000	UND	119	\$ 2.261.000
<b>SUBTOTAL 2.1.4.</b>				<b>\$ 63.991.400</b>
<b>2.1.5. CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y DOMICILIARIA</b>				
TUBO 1" RDE 26 E.L.	\$ 2.182	ML	100	\$ 218.200
TUBO 1 1/4" RDE 21 E.L.	\$ 4.402	ML	120	\$ 528.240
TUBO 1 1/4" RDE 26 E.L.	\$ 2.833	ML	1320	\$ 3.739.560
TUBO 1 1/2" RDE 26 E.L.	\$ 3.533	ML	754	\$ 2.663.882
TUBO 2" RDE 21 U.Z.	\$ 5.522	ML	405	\$ 2.236.410

ITEM	V/UNITARIO (\$)	UNIDAD	CANT	V/TOTAL (\$)
TUBO 2" RDE 26 U.Z.	\$ 4.753	ML	416	\$ 1.977.248
TUBO 2" RDE 32.5 U.Z.	\$ 3.998	ML	174	\$ 695.652
TUBO 2" RDE 41 U.Z.	\$ 3.680	ML	967	\$ 3.558.560
TUBO 2 1/2" RDE 21 U.Z.	\$ 10.739	ML	302	\$ 3.243.178
TUBO 2 1/2" RDE 26 U.Z.	\$ 6.681	ML	883	\$ 5.899.323
TUBO 3" RDE 21 U.Z.	\$ 16.532	ML	906	\$ 14.977.992
TUBO 3" RDE 32.5 U.Z.	\$ 7.858	ML	430	\$ 3.378.940
TUBO 3" RDE 41 U.Z.	\$ 7.224	ML	181	\$ 1.307.544
TUBO 3" RDE 51 U.Z.	\$ 5.709	ML	235	\$ 1.341.615
TUBO 4" RDE 21 U.Z.	\$ 17.882	ML	398	\$ 7.117.036
TUBO 4" RDE 26 U.Z.	\$ 14.833	ML	435	\$ 6.452.355
TUBO 4" RDE 32.5 U.Z.	\$ 15.259	ML	379	\$ 5.783.161
TUBO 4" RDE 41 U.Z.	\$ 10.590	ML	576	\$ 6.099.840
TUBO 4" RDE 51 U.Z.	\$ 11.315	ML	503	\$ 5.691.445
TUBO 6" RDE 26 U.Z.	\$ 31.930	ML	285	\$ 9.100.050
TUBO 6" RDE 32.5 U.Z.	\$ 26.054	ML	2906	\$ 75.712.924
TUBO 6" RDE 41 U.Z.	\$ 20.697	ML	865	\$ 17.902.905
TUBO 8" RDE 41 U.Z.	\$ 36.902	ML	599	\$ 22.104.298
TUBO 10" RDE 41 U.Z.	\$ 56.634	ML	867	\$ 49.101.678
TUBO 12" RDE 51 U.Z.	\$ 71.424	ML	1620	\$ 115.706.880
<b>SUBTOTAL 2.1.5.</b>				<b>\$ 366.538.916</b>
<b>2.1.6. REPLANTEO</b>				
Replanteo Topográfico Conducción Principal y Secundaria	\$ 800.000	Km	25	\$ 20.000.000
Replanteo Topográfico Tomas Prediales	\$ 70.000	UND	89	\$ 6.230.000
Replanteo Parcelas Demostrativas	\$ 250.000	UND	11,15	\$ 2.787.500
<b>SUBTOTAL 2.1.6.</b>				<b>\$ 29.017.500</b>
<b>2.1.7 ADUCCIÓN</b>				
ENCOFRADO TIPO 1 (0.60*0.60)m PARA TUBERIA DE 16" : Suministro materiales y construcción de encofrado tipo 1, incluye acero de refuerzo, malla para pañete como recubrimiento de la tubería	\$ 325.000	ML	70	\$ 22.750.000
<b>SUBTOTAL 2.1.7</b>				<b>\$ 22.750.000</b>
<b>SUBTOTAL 2.(2.1.1+2.1.2+2.1.3+2.1.4+2.1.5+2.1.6+2.1.7)</b>				<b>\$ 775.916.145</b>
<b>ADMINISTRACION ITEMS (3%)</b>				<b>\$ 23.277.484</b>
<b>IMPREVISTOS ITEMS (2%)</b>				<b>\$ 15.518.323</b>
<b>UTILIDAD ITEMS (3%)</b>				<b>\$ 23.277.484</b>
<b>IVA SOBRE UTILIDAD (16%)</b>				<b>\$ 3.724.397</b>
<b>TOTAL 2.1.</b>				<b>\$ 864.463.834</b>
<b>2.2. CONTRAPARTIDA EN MANO DE OBRA NO CALIFICADA - USUARIOS (ÍTEM)</b>				
<b>2.2.1. MANO DE OBRA NO CALIFICADA (USUARIOS)</b>				
EXCAVACION PARA CAJILLAS	\$ 35.000	UND	119	\$ 4.165.000
EXCAVACION PARA ANCLAJES	\$ 20.000	M3	210	\$ 4.200.000
EXCAVACIÓN (1.0x 1.0 mts) Para tubería de $\phi$ : 16", 14"	\$ 15.600	ML	5367	\$ 83.725.200
EXCAVACIÓN (0.8x 1.0 mts) Para tubería de $\phi$ : 12", 10", 8"	\$ 13.500	ML	3174	\$ 42.849.000
EXCAVACIÓN (0.6x 0.8 mts) Para tubería de $\phi$ : 6", 4", 3"	\$ 8.200	ML	8586	\$ 70.405.200
EXCAVACIÓN (0.4x 0.8 mts) Para tubería de $\phi$ : 2 1/2", 2", 1 1/2", 1 1/4"	\$ 5.800	ML	5307	\$ 30.780.600
EXCAVACIÓN (0.3x 0.8 mts) Para tubería de $\phi$ : 1"	\$ 4.100	ML	100	\$ 410.000
TAPADO Para tubería de $\phi$ : 16", 14"	\$ 7.700	ML	5367	\$ 41.325.900
TAPADO Para tubería de $\phi$ : 12", 10", 8"	\$ 5.800	ML	3174	\$ 18.409.200
TAPADO Para tubería de $\phi$ : 6", 4", 3"	\$ 2.500	ML	8586	\$ 21.465.000
TAPADO Para tubería de $\phi$ : 2 1/2", 2", 1 1/2", 1 1/4"	\$ 1.900	ML	5307	\$ 10.083.300
TAPADO Para tubería de $\phi$ : 1"	\$ 1.500	ML	100	\$ 150.000
Mejoramiento de vías de acceso	\$ 1.300.000	GL	1	\$ 1.300.000
Demolición y Evacuación de rocas de gran tamaño en excavaciones	\$ 22.000	GL	840	\$ 18.480.000
Reparación tubería acueducto veredal afectada por excavaciones	\$ 847.000	GL	1	\$ 847.000

ITEM	V/UNITARIO (\$)	UNIDAD	CANT	V/TOTAL (\$)
Apertura de Caminos y trochas para excavaciones y acceso vehicular	\$ 1.633.900	GL	1	\$ 1.633.900
Material de relleno seleccionado para compactación de tapado de tubería PVC	\$ 11.000	M3	1800	\$ 19.800.000
Compactación material de relleno para tapado de tubería PVC	\$ 2.280	ML	3340	\$ 7.615.200
<b>SUBTOTAL 2.2.1.</b>				\$ 377.644.500
<b>TOTAL 2.2.</b>				\$ 377.644.500
<b>TOTAL 2. (2.1.+2.2.)</b>				\$ 1,242,108,334
<b>TOTAL INVERSIONES DEL PROYECTO (1.+2.)</b>				\$ 4,586,709,421

## CONCLUSIONES

- Del análisis de las condiciones climáticas del área de influencia del proyecto, se obtiene que el caudal requerido de diseño para el proyecto se estima en 180,00 lt/s y el módulo de riego se estima de 0,37 lt/s/Ha que está dentro del rango considerado por el INCODER (0,5 lt/s/Ha).
- La implementación del software de mapificación tridimensional con soportes de archivos de Modelos Digitales de Terreno (MDT), nos permitió el trazo de alineamientos preliminares que posteriormente fueron replanteados en terreno mediante otros equipos de topografía y que permitieron la optimización y rendimientos del trabajo de campo.
- La quebrada La Pescada durante la temporada invernal su cauce se incrementa considerablemente, motivo por la cual se optó por el diseño de una obra de toma lateral con un muro transversal y una altura necesaria para la elevación del tirante, para que el agua necesaria ingrese a la cámara de recolección y el sobrante pase sin inconvenientes por encima siguiendo su curso normal.
- El software de modelación hidráulica EPANET 2.0 es una herramienta muy completa, que por un proceso iterativo nos permitió la selección de las condiciones óptimas de la red para la entrega del agua en cada uno de los 89 predios bajo unas condiciones de presión y caudal necesarios para el correcto funcionamiento de la unidad de riego.
- Por las condiciones del terreno y los resultados de los cálculos hidráulicos, se hace necesario la instalación de tubería de 14" RDE 13.5 en una longitud de 2.5 kmt aproximadamente, siendo esta la zona de mayor cuidado por la altas presiones a las que va a estar sometida la tubería y cualquier tipo de accesorio que se instale en este tramo, convirtiendo este proyecto "Pionero" en nuestro país en los distritos de riego.

## RECOMENDACIONES

- Adelantar campañas con la comunidad sobre la protección de la cuenca hidrográfica de la fuente hídrica, quebrada La Pescada, evitando la tala y quema de bosques a lo largo de su ribera, garantizando de esta forma la cantidad y calidad del agua.
- 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, aprovechando las bondades del distrito de riego.
- Para la elaboración de diseños hidráulicos con ayuda del software de modelación hidráulica EPANET 2.0, es muy importante tener en cuenta el método empleado por el programa para el cálculo de las pérdidas por accesorios, de acuerdo al coeficiente de pérdidas unitarias empleadas por el software.

## BIBLIOGRAFIA

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.

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

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 Y DISEÑO HIDRAULICO DE LA RED DE CONDUCCIÓN

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

- **Resultados en los nodos de la red conducción principal**

ID Nudo	Cota (msnm)	Coord. X	Coord. Y	Altura (msnm)	Presión (m)	Presión (psi)
1	996,50	820472	721106	996,50	0,00	0,00
N2267	994,96	820473	721107	996,50	1,54	2,19
N2266	995,49	820482	721122	996,37	0,88	1,25
N2265	994,48	820488	721139	996,30	1,82	2,59
N2264	994,35	820488	721140	996,29	1,94	2,76
N2263	994,30	820495	721160	996,20	1,90	2,70
N2262	995,18	820496	721172	996,15	0,97	1,38
N2261	994,27	820496	721201	996,03	1,76	2,50
N2260	992,38	820494	721218	995,90	3,52	5,01
N2259	990,66	820483	721238	995,81	5,15	7,32
N2258	990,66	820482	721239	995,80	5,14	7,31
2	990,31	820473	721250	995,74	5,43	7,72
N2151	990,31	820473	721251	990,33	0,02	0,03
N2152	990,26	820472	721252	990,32	0,06	0,09
N2153	989,27	820471	721254	990,31	1,04	1,48
N2154	989,68	820462	721267	990,25	0,57	0,81
N2155	988,76	820449	721287	990,10	1,34	1,91
N2156	987,34	820443	721302	990,03	2,69	3,83
N2157	986,24	820437	721314	989,93	3,69	5,25
N2158	986,46	820427	721326	989,86	3,40	4,83
N2159	986,27	820410	721343	989,71	3,44	4,89
N2160	983,53	820401	721360	989,58	6,05	8,60
N2161	983,03	820394	721365	989,54	6,51	9,26
N2162	981,59	820384	721372	989,49	7,90	11,23
N2163	980,72	820375	721377	989,44	8,72	12,40
N2164	979,90	820370	721380	989,37	9,47	13,47
N2165	978,64	820365	721382	989,30	10,66	15,16
N2166	978,85	820362	721388	989,23	10,38	14,76
N2167	978,76	820361	721393	989,21	10,45	14,86
N2168	978,43	820362	721398	989,18	10,75	15,29
N2169	977,54	820362	721404	989,16	11,62	16,52
N2170	976,54	820362	721409	989,13	12,59	17,90
N2171	975,78	820361	721415	989,11	13,33	18,96
N2172	974,68	820361	721424	989,07	14,39	20,46
N2173	974,12	820359	721429	989,05	14,93	21,23
N2174	973,90	820358	721432	989,04	15,14	21,53
N2175	973,56	820357	721437	989,01	15,45	21,97
N2176	973,10	820355	721442	988,99	15,89	22,60
N2177	972,75	820354	721448	988,97	16,22	23,06
N2178	972,34	820352	721453	988,94	16,60	23,61
N2179	972,17	820350	721458	988,92	16,75	23,82
N2180	971,58	820348	721464	988,84	17,26	24,54
N2181	972,26	820340	721472	988,80	16,54	23,52
N2182	973,09	820335	721476	988,72	15,63	22,23

N2183	971,33	820331	721479	988,70	17,37	24,70
7	971,33	820330	721479	971,33	0,00	0,00
N2184	968,42	820320	721486	971,23	2,81	4,00
N2185	967,93	820316	721486	971,21	3,28	4,66
N2186	967,55	820311	721486	971,19	3,64	5,18
N2187	967,55	820305	721486	971,16	3,61	5,13
N2188	967,82	820299	721486	971,09	3,27	4,65
N2189	967,68	820294	721486	971,07	3,39	4,82
N2190	968,57	820288	721487	971,04	2,47	3,51
N2191	968,61	820283	721488	971,02	2,41	3,43
N2192	968,28	820271	721488	970,92	2,64	3,75
N2193	966,84	820250	721498	970,77	3,93	5,59
N2194	965,79	820243	721508	970,67	4,88	6,94
N2195	959,11	820242	721520	970,58	11,47	16,31
N2196	958,37	820236	721526	970,54	12,17	17,31
N2197	957,53	820232	721530	970,52	12,99	18,47
N2198	956,48	820228	721534	970,49	14,01	19,92
N2199	956,99	820224	721539	970,42	13,43	19,10
N2200	954,04	820218	721538	970,39	16,35	23,25
N2201	953,38	820213	721536	970,37	16,99	24,16
N2202	952,83	820207	721534	970,34	17,51	24,90
N2203	952,11	820202	721532	970,27	18,16	25,82
N2204	951,06	820191	721534	970,22	19,16	27,25
N2205	949,73	820180	721538	970,18	20,45	29,08
N2206	949,24	820174	721540	970,10	20,86	29,66
N2207	948,38	820169	721542	970,08	21,70	30,86
N2208	947,42	820164	721544	970,05	22,63	32,18
N2209	946,67	820159	721547	970,03	23,36	33,22
N2210	945,99	820154	721549	970,01	24,02	34,16
N2211	945,59	820148	721551	969,98	24,39	34,68
N2212	945,27	820143	721553	969,96	24,69	35,11
N2213	945,15	820140	721554	969,90	24,75	35,19
N2214	944,81	820136	721557	969,87	25,06	35,64
N2215	944,41	820132	721561	969,85	25,44	36,18
N2216	943,99	820127	721564	969,82	25,83	36,73
N2217	943,62	820122	721568	969,75	26,13	37,16
N2218	943,10	820117	721569	969,73	26,63	37,87
N2219	942,77	820111	721570	969,70	26,93	38,29
N2220	942,28	820106	721571	969,68	27,40	38,96
N2221	941,78	820100	721571	969,65	27,87	39,63
N2222	941,86	820094	721571	969,63	27,77	39,49
N2223	942,42	820089	721570	969,61	27,19	38,66
N2224	943,28	820083	721568	969,58	26,30	37,40
N2225	944,77	820077	721568	969,55	24,78	35,24
N2226	943,27	820059	721567	969,48	26,21	37,27
N2227	943,30	820051	721570	969,44	26,14	37,17
N2228	940,09	820044	721583	969,38	29,29	41,65
N2229	940,36	820043	721585	969,37	29,01	41,25
N2230	934,29	820049	721645	969,11	34,82	49,51
N2231	932,65	820042	721682	968,95	36,30	51,62
N2232	932,01	820040	721686	968,93	36,92	52,50
N2233	927,53	820036	721696	968,89	41,36	58,81
N2234	926,09	820031	721707	968,79	42,70	60,72
N2235	925,66	820032	721712	968,76	43,10	61,29
N2236	924,31	820033	721729	968,69	44,38	63,11
N2237	923,66	820035	721741	968,60	44,94	63,90

N2238	923,58	820037	721746	968,52	44,94	63,90
N2239	927,81	820040	721757	968,43	40,62	57,76
N2240	926,96	820046	721773	968,35	41,39	58,86
N2241	925,34	820052	721794	968,26	42,92	61,03
N2242	923,44	820058	721815	968,17	44,73	63,61
N2243	922,21	820064	721831	968,05	45,84	65,18
N2244	920,90	820057	721849	967,96	47,06	66,92
N2245	918,77	820051	721871	967,87	49,10	69,82
N2246	916,74	820046	721885	967,76	51,02	72,55
N2247	914,69	820039	721894	967,66	52,97	75,32
N2248	913,18	820039	721900	967,59	54,41	77,37
N2249	912,50	820039	721902	967,58	55,08	78,32
N2250	914,08	820039	721919	967,50	53,42	75,96
N2251	914,02	820038	721938	967,38	53,36	75,88
N2252	914,47	820041	721948	967,33	52,86	75,17
N2253	914,17	820045	721958	967,24	53,07	75,47
N2254	913,35	820053	721969	967,18	53,83	76,55
N2255	912,46	820063	721980	967,07	54,61	77,66
N2256	910,21	820065	721984	967,05	56,84	80,83
N2257	905,08	820071	721991	966,97	61,89	88,01
N2134	903,14	820076	721994	966,94	63,80	90,72
N2135	901,94	820082	721997	966,86	64,92	92,32
N2136	900,45	820090	722002	966,81	66,36	94,36
N2137	899,63	820106	722015	966,67	67,04	95,33
N2138	896,91	820109	722021	966,64	69,73	99,16
N2139	894,01	820114	722029	966,55	72,54	103,15
N2140	893,42	820119	722045	966,47	73,05	103,88
N2141	893,19	820122	722056	966,37	73,18	104,06
N2142	891,38	820121	722074	966,24	74,86	106,45
N2143	890,93	820114	722090	966,16	75,23	106,98
N2144	890,70	820096	722125	965,93	75,23	106,98
N2145	889,34	820080	722129	965,85	76,51	108,80
N2146	888,65	820068	722136	965,79	77,14	109,69
N2147	886,08	820061	722141	965,75	79,67	113,29
N2148	886,10	820051	722150	965,69	79,59	113,18
N2149	885,73	820045	722164	965,62	79,89	113,60
N2150	885,77	820042	722176	965,56	79,79	113,46
N2095	885,24	820024	722198	965,38	80,14	113,96
N2096	884,38	820019	722207	965,33	80,95	115,11
N2097	882,27	820020	722229	965,22	82,95	117,95
N2098	882,26	820021	722245	965,15	82,89	117,87
N2099	881,41	819979	722263	964,92	83,51	118,75
N2100	881,37	819962	722260	964,83	83,46	118,68
N2101	881,38	819959	722259	964,82	83,44	118,65
N2102	881,14	819951	722258	964,72	83,58	118,85
N2103	874,97	819929	722267	964,55	89,58	127,38
N2104	873,83	819911	722277	964,40	90,57	128,79
N2105	875,04	819905	722285	964,30	89,26	126,93
N2106	875,11	819901	722293	964,20	89,09	126,69
N2107	874,19	819896	722296	964,12	89,93	127,88
N2108	873,71	819881	722301	964,04	90,33	128,45
N2109	873,69	819846	722309	963,81	90,12	128,15
N2110	877,11	819829	722301	963,66	86,55	123,07
N2111	875,43	819821	722299	963,62	88,19	125,41
N2112	873,64	819814	722297	963,53	89,89	127,82
N2113	873,37	819807	722295	963,49	90,12	128,15

N2114	873,19	819796	722292	963,44	90,25	128,34
N2115	872,32	819783	722288	963,37	91,05	129,47
N2116	871,42	819773	722285	963,27	91,85	130,61
N2117	869,08	819763	722273	963,13	94,05	133,74
N2118	867,52	819752	722268	963,02	95,50	135,80
N2119	866,28	819745	722261	962,92	96,64	137,42
N2120	862,71	819737	722260	962,82	100,11	142,36
N2121	861,85	819730	722260	962,79	100,94	143,54
N2122	861,09	819724	722259	962,76	101,67	144,57
N2123	860,16	819718	722259	962,68	102,52	145,78
N2124	859,68	819710	722263	962,63	102,95	146,39
N2125	859,07	819700	722268	962,57	103,50	147,18
N2126	858,67	819689	722273	962,52	103,85	147,67
N2127	858,57	819684	722275	962,43	103,86	147,69
N2128	858,59	819678	722273	962,41	103,82	147,63
N2129	858,26	819673	722271	962,32	104,06	147,97
N2130	858,35	819666	722266	962,28	103,93	147,79
N2131	858,42	819661	722263	962,25	103,83	147,65
N2132	858,47	819657	722260	962,22	103,75	147,53
N2133	858,41	819652	722256	962,14	103,73	147,50
N2038	857,95	819652	722252	962,07	104,12	148,06
N2039	858,19	819649	722249	961,98	103,79	147,59
N2040	858,79	819645	722246	961,95	103,16	146,69
N2041	859,29	819636	722239	961,89	102,60	145,90
N2042	859,24	819631	722235	961,80	102,56	145,84
N2043	858,88	819627	722231	961,77	102,89	146,31
N2044	858,31	819618	722224	961,71	103,40	147,03
N2045	857,95	819613	722220	961,62	103,67	147,42
N2046	857,90	819609	722217	961,59	103,69	147,45
N2047	857,90	819604	722214	961,56	103,66	147,40
N2048	857,68	819594	722209	961,49	103,81	147,62
N2049	857,15	819583	722204	961,43	104,28	148,29
N2050	856,30	819568	722196	961,34	105,04	149,37
N2051	855,94	819558	722191	961,28	105,34	149,79
N2052	855,65	819553	722188	961,19	105,54	150,08
N2053	854,78	819551	722187	961,17	106,39	151,29
N2054	851,26	819541	722183	961,11	109,85	156,21
N2055	851,15	819539	722183	961,05	109,90	156,28
N2056	850,10	819528	722180	960,98	110,88	157,67
N2057	850,03	819518	722178	960,87	110,84	157,61
N2058	848,58	819508	722176	960,81	112,23	159,59
N2059	848,42	819507	722176	960,81	112,39	159,82
N2060	848,50	819506	722176	960,80	112,30	159,69
N2061	847,51	819486	722174	960,69	113,18	160,94
N2062	847,20	819473	722173	960,56	113,36	161,20
N2063	848,65	819461	722172	960,43	111,78	158,95
N2064	848,36	819450	722170	960,38	112,02	159,29
N2065	848,37	819445	722169	960,29	111,92	159,15
N2066	848,70	819444	722169	960,28	111,58	158,67
N2067	851,00	819441	722169	960,27	109,27	155,38
N2068	851,14	819440	722168	960,21	109,07	155,10
N2069	851,30	819439	722168	960,20	108,90	154,86
N2070	850,54	819431	722166	960,15	109,61	155,87
N2071	850,53	819420	722161	960,09	109,56	155,79
N2072	850,53	819419	722160	960,02	109,49	155,69
N2073	850,48	819418	722160	960,02	109,54	155,77

N2074	850,46	819413	722153	959,97	109,51	155,72
N2075	850,46	819410	722148	959,94	109,48	155,68
N2076	850,77	819406	722144	959,91	109,14	155,20
N2077	851,13	819403	722139	959,88	108,75	154,64
N2078	851,12	819403	722139	959,82	108,70	154,57
N2079	851,12	819403	722139	959,82	108,70	154,57
N2080	850,80	819399	722137	959,80	109,00	155,00
N2081	850,52	819394	722135	959,77	109,25	155,35
N2082	850,29	819389	722133	959,74	109,45	155,64
N2083	850,39	819382	722129	959,70	109,31	155,44
N2084	845,95	819379	722129	959,62	113,67	161,64
N2085	845,85	819378	722129	959,62	113,77	161,78
N2086	845,20	819368	722126	959,56	114,36	162,62
N2087	844,99	819363	722124	959,53	114,54	162,88
N2088	845,29	819360	722123	959,45	114,16	162,34
N2089	847,97	819352	722123	959,41	111,44	158,47
N2090	849,67	819347	722124	959,38	109,71	156,01
N2091	850,26	819345	722124	959,32	109,06	155,08
N2092	852,75	819341	722123	959,29	106,54	151,50
N2093	855,90	819337	722122	959,21	103,31	146,91
N2094	855,47	819334	722121	959,19	103,72	147,49
N2035	855,53	819331	722120	959,12	103,59	147,30
N2036	855,32	819323	722120	959,08	103,76	147,55
N2037	854,78	819311	722120	959,02	104,24	148,23
N1944	854,53	819307	722120	958,94	104,41	148,47
N1945	853,07	819299	722124	958,90	105,83	150,49
N1946	851,82	819294	722127	958,87	107,05	152,23
N1947	850,36	819289	722129	958,84	108,48	154,26
N1948	849,13	819284	722131	958,75	109,62	155,88
N1949	848,90	819280	722136	958,71	109,81	156,15
N1950	848,63	819276	722140	958,68	110,05	156,49
N1951	848,02	819273	722145	958,65	110,63	157,32
N1952	846,80	819266	722154	958,59	111,79	158,97
N1953	846,49	819263	722158	958,56	112,07	159,36
N1954	846,91	819254	722170	958,48	111,57	158,65
N1955	846,07	819251	722175	958,39	112,32	159,72
N1956	846,75	819250	722181	958,36	111,61	158,71
N1957	847,66	819248	722186	958,27	110,61	157,29
N1958	847,59	819246	722193	958,23	110,64	157,33
N1959	847,52	819245	722197	958,21	110,69	157,40
N1960	847,65	819245	722198	958,20	110,55	157,20
N1961	847,93	819244	722203	958,17	110,24	156,76
N1962	847,98	819242	722209	958,09	110,11	156,58
N1963	847,34	819238	722210	958,06	110,72	157,44
N1964	847,12	819234	722213	958,04	110,92	157,73
N1965	847,17	819231	722215	958,02	110,85	157,63
N1966	846,52	819227	722217	957,93	111,41	158,43
N1967	843,18	819220	722224	957,82	114,64	163,02
N1968	843,16	819219	722224	957,81	114,65	163,03
N1969	843,12	819213	722232	957,76	114,64	163,02
N1970	842,98	819203	722243	957,68	114,70	163,10
N1971	842,86	819196	722249	957,63	114,77	163,20
N1972	842,78	819191	722254	957,53	114,75	163,17
N1973	843,53	819185	722257	957,49	113,96	162,05
N1974	843,87	819180	722259	957,41	113,54	161,45
N1975	844,55	819174	722265	957,36	112,81	160,42

N1976	843,77	819167	722270	957,25	113,48	161,37
N1977	843,57	819166	722272	957,25	113,68	161,65
N1978	843,76	819164	722276	957,22	113,46	161,34
N1979	843,43	819161	722281	957,13	113,70	161,68
N1980	841,03	819157	722290	957,08	116,05	165,02
N1981	838,74	819153	722300	957,02	118,28	168,19
N1982	837,23	819148	722309	956,96	119,73	170,26
N1983	836,09	819144	722316	956,86	120,77	171,73
N1984	835,92	819141	722323	956,82	120,90	171,92
N1985	833,79	819137	722332	956,71	122,92	174,79
N1986	832,80	819138	722340	956,66	123,86	176,13
N1987	831,51	819139	722351	956,60	125,09	177,88
N1988	830,91	819139	722357	956,51	125,60	178,60
N1989	830,78	819139	722359	956,50	125,72	178,77
N1990	831,44	819140	722367	956,46	125,02	177,78
N1991	832,61	819141	722375	956,41	123,80	176,04
N1992	833,48	819142	722380	956,32	122,84	174,68
N1993	833,88	819148	722392	956,26	122,38	174,02
N1994	834,39	819150	722396	956,17	121,78	173,17
N1995	836,84	819155	722400	956,13	119,29	169,63
N1996	839,71	819160	722405	956,10	116,39	165,51
N1997	843,54	819167	722411	956,05	112,51	159,99
N1998	847,28	819172	722416	955,95	108,67	154,53
N1999	848,33	819173	722420	955,93	107,60	153,01
N2000	849,62	819173	722424	955,84	106,22	151,04
N2001	849,58	819174	722427	955,83	106,25	151,09
N2002	849,87	819175	722430	955,75	105,88	150,56
N2003	850,08	819174	722437	955,72	105,64	150,22
N2004	850,31	819173	722442	955,63	105,32	149,77
N2005	850,13	819174	722444	955,62	105,49	150,01
N2006	849,61	819175	722452	955,57	105,96	150,68
N2007	849,11	819176	722462	955,46	106,35	151,23
N2008	848,69	819176	722463	955,46	106,77	151,83
N2009	846,02	819178	722476	955,32	109,30	155,42
N2010	846,58	819179	722486	955,27	108,69	154,56
N2011	847,35	819180	722495	955,16	107,81	153,31
N2012	847,19	819180	722506	955,05	107,86	153,38
N2013	846,36	819181	722516	954,93	108,57	154,39
N2014	845,49	819180	722523	954,90	109,41	155,58
N2015	845,54	819178	722534	954,77	109,23	155,33
N2016	844,45	819178	722542	954,73	110,28	156,82
N2017	844,78	819179	722554	954,67	109,89	156,26
N2018	845,04	819179	722563	954,62	109,58	155,82
N2019	845,72	819179	722568	954,53	108,81	154,73
N2020	845,87	819180	722572	954,45	108,58	154,40
N2021	844,37	819184	722577	954,42	110,05	156,49
N2022	843,77	819186	722582	954,33	110,56	157,22
N2023	842,57	819190	722591	954,27	111,70	158,84
N2024	842,40	819193	722597	954,18	111,78	158,95
N2025	842,28	819194	722603	954,15	111,87	159,08
N2026	841,48	819195	722611	954,10	112,62	160,15
N2027	842,31	819196	722613	954,03	111,72	158,87
N2028	841,99	819199	722617	954,00	112,01	159,28
N2029	840,71	819205	722626	953,95	113,24	161,03
N2030	839,45	819209	722633	953,90	114,45	162,75
N2031	837,89	819216	722647	953,82	115,93	164,85

N2032	836,16	819223	722660	953,73	117,57	167,18
N2033	835,10	819230	722674	953,65	118,55	168,58
N2034	834,79	819235	722683	953,59	118,80	168,93
N1870	833,83	819238	722688	953,56	119,73	170,26
N1871	833,98	819242	722697	953,46	119,48	169,90
N1872	833,94	819243	722700	953,32	119,38	169,76
N1873	833,77	819244	722707	953,25	119,48	169,90
N1874	834,06	819247	722713	953,08	119,02	169,25
N1875	834,43	819250	722723	952,98	118,55	168,58
N1876	834,36	819252	722731	952,89	118,53	168,55
N1877	834,37	819253	722734	952,76	118,39	168,35
N1878	834,29	819253	722737	952,72	118,43	168,41
N1879	834,22	819254	722739	952,60	118,38	168,34
N1880	834,08	819255	722743	952,56	118,48	168,48
N1881	833,53	819256	722747	952,52	118,99	169,20
N1882	832,90	819261	722762	952,35	119,45	169,86
N1883	832,43	819263	722777	952,20	119,77	170,31
N1884	831,82	819268	722795	952,00	120,18	170,90
N1885	831,40	819271	722806	951,88	120,48	171,32
N1886	831,22	819273	722813	951,81	120,59	171,48
N1887	831,16	819273	722814	951,70	120,54	171,41
N1888	831,11	819273	722822	951,61	120,50	171,35
N1889	830,82	819274	722831	951,52	120,70	171,64
N1890	830,54	819274	722839	951,34	120,80	171,78
N1891	830,54	819272	722846	951,27	120,73	171,68
N1892	830,16	819270	722854	951,18	121,02	172,09
N1893	829,36	819268	722866	951,05	121,69	173,04
N1894	829,16	819267	722870	951,01	121,85	173,27
N1895	828,32	819266	722875	950,85	122,53	174,24
N1896	827,40	819264	722880	950,80	123,40	175,47
N1897	826,59	819261	722886	950,73	124,14	176,53
N1898	826,22	819259	722891	950,67	124,45	176,97
N1899	826,08	819258	722893	950,55	124,47	177,00
N1900	832,22	819258	722894	950,44	118,22	168,11
N1901	832,29	819257	722896	950,42	118,13	167,98
N1902	832,40	819255	722901	950,36	117,96	167,74
N1903	832,46	819254	722905	950,32	117,86	167,60
N1904	832,63	819249	722917	950,18	117,55	167,16
N1905	832,66	819247	722923	950,12	117,46	167,03
N1906	832,68	819245	722928	950,06	117,38	166,91
N1907	832,68	819243	722933	950,00	117,32	166,83
N1908	832,67	819241	722939	949,95	117,28	166,77
N1909	832,67	819239	722944	949,89	117,22	166,69
N1910	832,64	819237	722949	949,83	117,19	166,64
N1911	832,61	819235	722954	949,77	117,16	166,60
N1912	832,52	819233	722960	949,71	117,19	166,64
N1913	832,49	819231	722965	949,65	117,16	166,60
N1914	832,44	819229	722971	949,49	117,05	166,45
N1915	827,72	819227	722975	949,34	121,62	172,94
N1916	827,30	819227	722977	949,32	122,02	173,51
N1917	827,28	819225	722982	949,26	121,98	173,46
N1918	827,29	819223	722988	949,20	121,91	173,36
N1919	827,38	819221	722997	949,11	121,73	173,10
N1920	827,27	819220	723002	949,05	121,78	173,17
N1921	827,24	819216	723013	948,92	121,68	173,03
N1922	827,04	819212	723027	948,68	121,64	172,97

N1923	826,14	819204	723040	948,52	122,38	174,02
N1924	826,24	819196	723054	948,25	122,01	173,50
N1925	826,23	819190	723067	948,10	121,87	173,30
N1926	826,21	819184	723077	947,98	121,77	173,16
N1927	825,84	819180	723084	947,90	122,06	173,57
N1928	825,75	819176	723090	947,82	122,07	173,58
N1929	826,17	819174	723092	947,69	121,52	172,80
N1930	827,92	819172	723094	947,66	119,74	170,27
N1931	833,21	819165	723097	947,58	114,37	162,63
N1932	835,48	819162	723099	947,55	112,07	159,36
N1933	837,03	819160	723100	947,43	110,40	156,99
N1934	837,82	819148	723105	947,29	109,47	155,67
N1935	838,01	819140	723108	947,20	109,19	155,27
N1936	838,40	819135	723110	947,04	108,64	154,49
N1937	841,34	819131	723111	947,00	105,66	150,25
N1938	844,24	819127	723110	946,96	102,72	146,07
N1939	848,25	819123	723110	946,92	98,67	140,31
N1940	852,25	819118	723110	946,86	94,61	134,54
N1941	854,95	819114	723110	946,72	91,77	130,50
N1942	856,19	819107	723107	946,65	90,46	128,63
N1784	857,14	819105	723107	946,62	89,48	127,24
N1785	858,60	819099	723105	946,47	87,87	124,95
N1786	858,64	819098	723105	946,46	87,82	124,88
N1787	859,74	819091	723109	946,39	86,65	123,22
N1788	860,67	819087	723112	946,25	85,58	121,69
N1789	861,36	819082	723117	946,18	84,82	120,61
N1790	861,80	819078	723122	946,12	84,32	119,90
N1791	862,04	819076	723125	945,99	83,95	119,38
N1792	862,32	819073	723127	945,96	83,64	118,94
N1793	862,63	819071	723129	945,84	83,21	118,32
N1794	864,52	819066	723132	945,69	81,17	115,42
N1795	868,28	819058	723139	945,50	77,22	109,81
N1796	868,16	819052	723143	945,43	77,27	109,88
N1797	868,05	819048	723146	945,30	77,25	109,85
N1798	867,62	819045	723150	945,24	77,62	110,38
N1799	867,70	819040	723158	945,16	77,46	110,15
N1800	868,04	819036	723165	944,99	76,95	109,42
N1801	869,80	819032	723171	944,92	75,12	106,82
N1802	871,44	819029	723176	944,87	73,43	104,42
N1803	873,52	819025	723182	944,80	71,28	101,36
N1804	875,29	819022	723187	944,66	69,37	98,64
N1805	877,91	819020	723191	944,51	66,60	94,71
N1806	880,91	819017	723196	944,37	63,46	90,24
N1807	880,33	819015	723197	944,35	64,02	91,04
N1808	878,94	819009	723201	944,28	65,34	92,91
N1809	877,48	819003	723205	944,21	66,73	94,89
N1810	876,71	818998	723208	944,06	67,35	95,77
N1811	876,65	818995	723212	944,02	67,37	95,80
N1812	877,39	818990	723217	943,86	66,47	94,52
N1813	876,01	818987	723220	943,82	67,81	96,43
N1814	874,82	818983	723224	943,76	68,94	98,03
N1815	874,87	818982	723225	943,66	68,79	97,82
N1816	876,03	818974	723230	943,57	67,54	96,04
N1817	876,31	818967	723233	943,51	67,20	95,56
N1818	876,72	818962	723236	943,44	66,72	94,88
N1819	877,22	818958	723238	943,32	66,10	93,99

N1820	878,32	818954	723241	943,27	64,95	92,36
N1821	879,01	818949	723243	943,21	64,20	91,29
N1822	879,06	818946	723244	943,09	64,03	91,05
N1823	879,26	818940	723245	943,04	63,78	90,70
N1824	879,32	818934	723244	942,97	63,65	90,51
N1825	879,49	818926	723243	942,81	63,32	90,04
N1826	879,62	818918	723243	942,74	63,12	89,76
N1827	880,17	818915	723242	942,61	62,44	88,79
N1828	880,87	818912	723243	942,58	61,71	87,75
N1829	880,64	818909	723247	942,54	61,90	88,02
N1830	881,62	818903	723251	942,47	60,85	86,53
N1831	882,85	818898	723255	942,32	59,47	84,57
N1832	883,80	818894	723259	942,26	58,46	83,13
N1833	884,84	818890	723262	942,21	57,37	81,58
N1834	887,08	818884	723268	942,05	54,97	78,17
N1835	886,62	818886	723270	942,02	55,40	78,78
N1836	886,36	818890	723274	941,97	55,61	79,08
N1837	886,33	818894	723278	941,91	55,58	79,03
N1838	886,47	818899	723284	941,84	55,37	78,74
N1839	886,53	818901	723286	941,81	55,28	78,61
N1840	885,68	818905	723291	941,75	56,07	79,73
N1841	885,43	818908	723296	941,70	56,27	80,02
N1842	885,61	818912	723301	941,55	55,94	79,55
N1843	884,65	818916	723303	941,51	56,86	80,85
N1844	883,26	818920	723306	941,36	58,10	82,62
N1845	880,56	818924	723306	941,32	60,76	86,40
N1846	878,82	818927	723307	941,20	62,38	88,70
N1847	877,14	818933	723307	941,15	64,01	91,02
N1848	876,14	818939	723307	941,01	64,87	92,25
N1849	873,10	818946	723306	940,94	67,84	96,47
N1850	869,88	818953	723305	940,87	70,99	100,95
N1851	866,83	818960	723305	940,71	73,88	105,06
N1852	864,76	818964	723308	940,66	75,90	107,93
N1853	863,07	818967	723311	940,52	77,45	110,13
N1854	862,91	818972	723315	940,47	77,56	110,29
N1855	863,03	818975	723320	940,32	77,29	109,91
N1856	861,17	818979	723324	940,27	79,10	112,48
N1857	859,36	818984	723328	940,21	80,85	114,97
N1858	857,13	818989	723333	940,15	83,02	118,05
N1859	856,06	818992	723335	940,11	84,05	119,52
N1860	855,67	818992	723336	940,10	84,43	120,06
N1861	856,65	818994	723342	940,04	83,39	118,58
N1862	857,87	818996	723347	939,99	82,12	116,77
N1863	859,49	818998	723351	939,86	80,37	114,29
N1864	860,50	819000	723357	939,80	79,30	112,76
N1865	861,15	819001	723362	939,66	78,51	111,64
N1866	862,38	819006	723367	939,59	77,21	109,79
N1867	861,31	819011	723373	939,52	78,21	111,21
N1868	861,88	819012	723374	939,41	77,53	110,25
N1869	860,70	819016	723378	939,36	78,66	111,85
N1775	859,89	819018	723380	939,33	79,44	112,96
N1776	858,01	819021	723384	939,28	81,27	115,57
N1777	856,88	819024	723386	939,15	82,26	116,97
N1778	854,72	819030	723389	939,07	84,35	119,95
N1779	850,95	819036	723392	939,00	88,05	125,21
N1780	848,24	819041	723394	938,95	90,71	128,99

N1781	844,77	819049	723397	938,75	93,98	133,64
N1782	842,06	819055	723400	938,68	96,62	137,39
N1783	839,10	819061	723402	938,53	99,43	141,39
N1533	834,74	819065	723405	938,38	103,64	147,38
N1534	831,12	819067	723406	938,34	107,22	152,47
N1535	827,71	819070	723407	938,20	110,49	157,12
N1536	823,29	819072	723411	938,15	114,86	163,33
N1537	817,46	819075	723414	937,99	120,53	171,39
N1538	815,62	819078	723422	937,89	122,27	173,87
N1539	814,39	819081	723429	937,80	123,41	175,49
N1540	813,80	819085	723436	937,70	123,90	176,19
N1541	812,56	819089	723443	937,61	125,05	177,82
N1542	811,32	819092	723449	937,53	126,21	179,47
N1543	810,25	819095	723455	937,35	127,10	180,74
N1544	809,10	819101	723463	937,23	128,13	182,20
N1545	808,60	819104	723469	937,15	128,55	182,80
N1546	808,00	819109	723478	937,03	129,03	183,48
N1547	805,97	819117	723492	936,73	130,76	185,94
N1548	805,95	819118	723502	936,62	130,67	185,81
N1549	805,18	819120	723510	936,52	131,34	186,77
N1550	806,39	819120	723514	936,47	130,08	184,97
N1551	806,83	819122	723526	936,34	129,51	184,16
N1552	807,12	819123	723539	936,19	129,07	183,54
N1553	806,97	819124	723550	936,06	129,09	183,57
N1554	806,82	819125	723562	935,91	129,09	183,57
N1555	806,64	819126	723569	935,72	129,08	183,55
N1556	806,58	819127	723573	935,56	128,98	183,41
N1557	806,02	819133	723579	935,46	129,44	184,06
N1558	805,80	819139	723586	935,35	129,55	184,22
N1559	805,65	819147	723593	935,23	129,58	184,26
N1560	805,09	819155	723601	935,10	130,01	184,87
N1561	804,98	819164	723608	934,96	129,98	184,83
N1562	804,77	819175	723617	934,80	130,03	184,90
N1563	804,66	819181	723623	934,59	129,93	184,76
N1564	804,34	819185	723627	934,53	130,19	185,13
N1565	803,82	819193	723632	934,42	130,60	185,71
N1566	803,74	819197	723635	934,35	130,61	185,73
N1567	803,52	819203	723639	934,27	130,75	185,93
N1568	803,67	819216	723646	933,99	130,32	185,32
N1569	803,97	819229	723655	933,80	129,83	184,62
N1570	804,41	819241	723663	933,64	129,23	183,77
N1571	803,32	819255	723671	933,45	130,13	185,04
N1572	802,73	819264	723678	933,32	130,59	185,70
N1573	802,94	819270	723682	933,23	130,29	185,27
N1574	802,69	819273	723686	933,07	130,38	185,40
N1575	802,50	819282	723693	932,94	130,44	185,49
N1576	802,99	819287	723698	932,86	129,87	184,68
N1577	803,66	819291	723702	932,67	129,01	183,45
N1578	804,09	819297	723708	932,58	128,49	182,71
N1579	804,00	819304	723715	932,46	128,46	182,67
N1580	804,09	819311	723720	932,36	128,27	182,40
N1581	802,35	819315	723725	932,28	129,93	184,76
N1582	803,86	819320	723730	932,21	128,35	182,51
N1583	804,04	819323	723733	932,05	128,01	182,03
N1584	803,45	819328	723739	931,95	128,50	182,73
N1585	803,73	819333	723743	931,88	128,15	182,23

N1586	803,45	819341	723754	931,72	128,27	182,40
N1587	802,68	819347	723762	931,61	128,93	183,34
N1588	802,70	819355	723772	931,45	128,75	183,08
N1589	802,55	819363	723783	931,30	128,75	183,08
N1590	801,16	819370	723792	931,17	130,01	184,87
N1591	800,77	819379	723803	931,00	130,23	185,19
N1592	800,59	819390	723817	930,68	130,09	184,99
N1593	800,58	819400	723831	930,47	129,89	184,70
N1594	800,33	819412	723846	930,25	129,92	184,75
N1595	799,96	819422	723859	930,06	130,10	185,00
N1596	799,95	819433	723875	929,83	129,88	184,69
N1597	799,45	819443	723888	929,65	130,20	185,14
N1598	799,48	819453	723900	929,46	129,98	184,83
N1599	799,33	819460	723910	929,32	129,99	184,85
N1600	798,26	819462	723914	929,26	131,00	186,28
N1601	799,17	819467	723921	929,16	129,99	184,85
N1602	798,37	819474	723931	929,02	130,65	185,78
N1603	798,52	819490	723952	928,71	130,19	185,13
N1604	798,26	819497	723960	928,59	130,33	185,33
N1605	798,74	819502	723965	928,50	129,76	184,52
N1606	798,76	819511	723976	928,33	129,57	184,25
N1607	798,32	819519	723986	928,19	129,87	184,68
N1608	798,32	819526	723995	928,05	129,73	184,48
N1609	797,52	819531	724003	927,94	130,42	185,46
N1610	797,26	819538	724013	927,81	130,55	185,64
N1611	797,57	819545	724023	927,55	129,98	184,83
N1612	797,66	819552	724032	927,42	129,76	184,52
N1613	797,36	819561	724044	927,24	129,88	184,69
N1614	797,24	819568	724053	927,11	129,87	184,68
N1615	797,39	819571	724057	926,94	129,55	184,22
N1616	796,98	819575	724065	926,83	129,85	184,65
N1617	796,96	819582	724080	926,64	129,68	184,40
N1618	796,76	819586	724087	926,44	129,68	184,40
N1619	797,19	819587	724091	926,39	129,20	183,72
N1620	798,06	819591	724102	926,26	128,20	182,30
N1621	798,07	819591	724104	926,13	128,06	182,10
N1622	798,23	819593	724109	926,06	127,83	181,77
N1623	798,21	819597	724122	925,91	127,70	181,59
N1624	798,60	819601	724130	925,81	127,21	180,89
N1625	798,10	819605	724140	925,68	127,58	181,42
N1626	798,24	819607	724149	925,56	127,32	181,05
N1627	798,29	819610	724158	925,46	127,17	180,84
N1628	798,31	819613	724168	925,34	127,03	180,64
N1629	798,03	819616	724177	925,22	127,19	180,86
N1630	797,76	819620	724190	924,95	127,19	180,86
N1631	798,13	819624	724204	924,78	126,65	180,10
N1632	798,42	819627	724210	924,59	126,17	179,41
N1633	799,29	819630	724220	924,48	125,19	178,02
N1634	797,45	819632	724228	924,27	126,82	180,34
N1635	797,30	819633	724230	924,24	126,94	180,51
N1636	797,53	819635	724240	924,12	126,59	180,01
N1637	797,39	819637	724250	924,01	126,62	180,05
N1638	797,14	819639	724263	923,85	126,71	180,18
N1639	797,12	819641	724274	923,72	126,60	180,03
N1640	796,86	819643	724284	923,60	126,74	180,22
N1641	796,00	819645	724295	923,47	127,47	181,26

N1642	796,36	819647	724309	923,30	126,94	180,51
N1643	796,57	819650	724322	923,15	126,58	180,00
N1644	796,57	819652	724329	923,07	126,50	179,88
N1645	795,97	819652	724337	922,97	127,00	180,59
N1646	795,92	819655	724350	922,71	126,79	180,30
N1647	795,98	819655	724352	922,69	126,71	180,18
N1648	796,43	819657	724361	922,58	126,15	179,39
N1649	796,91	819659	724368	922,49	125,58	178,57
N1650	797,26	819660	724373	922,32	125,06	177,84
N1651	797,48	819662	724380	922,23	124,75	177,39
N1652	797,80	819663	724389	922,03	124,23	176,66
N1653	798,18	819666	724396	921,93	123,75	175,97
N1654	798,39	819671	724411	921,75	123,36	175,42
N1655	798,63	819675	724425	921,58	122,95	174,83
N1656	798,50	819678	724433	921,48	122,98	174,88
N1657	798,11	819682	724444	921,35	123,24	175,25
N1658	798,23	819685	724455	921,10	122,87	174,72
N1659	798,13	819688	724466	920,97	122,84	174,68
N1660	798,23	819691	724475	920,85	122,62	174,37
N1661	798,00	819695	724487	920,71	122,71	174,49
N1662	797,83	819699	724500	920,55	122,72	174,51
N1663	797,59	819703	724512	920,40	122,81	174,64
N1664	797,49	819707	724524	920,26	122,77	174,58
N1665	797,17	819711	724537	920,09	122,92	174,79
N1666	796,99	819714	724549	919,95	122,96	174,85
N1667	796,94	819718	724560	919,81	122,87	174,72
N1668	796,66	819721	724569	919,71	123,05	174,98
N1669	796,22	819722	724575	919,63	123,41	175,49
N1670	796,38	819726	724587	919,48	123,10	175,05
N1671	796,24	819730	724600	919,32	123,08	175,02
N1672	796,23	819732	724610	919,20	122,97	174,86
N1673	794,48	819734	724620	919,09	124,61	177,20
N1674	795,62	819736	724632	918,94	123,32	175,36
N1675	795,42	819738	724643	918,81	123,39	175,46
N1676	794,87	819742	724664	918,56	123,69	175,89
N1677	794,30	819744	724681	918,36	124,06	176,41
N1678	793,15	819747	724697	918,17	125,02	177,78
N1679	792,41	819750	724715	917,86	125,45	178,39
N1680	792,31	819753	724722	917,76	125,45	178,39
N1681	792,21	819755	724730	917,67	125,46	178,40
N1682	791,95	819757	724740	917,55	125,60	178,60
N1683	791,83	819759	724749	917,44	125,61	178,62
N1684	791,80	819758	724756	917,25	125,45	178,39
N1685	791,46	819761	724764	917,15	125,69	178,73
N1686	789,79	819764	724773	916,94	127,15	180,81
N1687	789,34	819767	724787	916,76	127,42	181,19
N1688	789,00	819771	724798	916,64	127,64	181,50
N1689	788,78	819773	724806	916,54	127,76	181,67
N1690	788,59	819776	724819	916,37	127,78	181,70
N1691	788,58	819778	724829	916,25	127,67	181,55
N1692	788,58	819779	724839	916,14	127,56	181,39
N1693	788,57	819783	724853	915,97	127,40	181,16
N1694	788,50	819787	724870	915,76	127,26	180,96
N1695	788,79	819789	724882	915,62	126,83	180,35
N1696	788,56	819792	724895	915,47	126,91	180,47
N1697	788,37	819795	724909	915,19	126,82	180,34

N1698	788,26	819797	724920	915,06	126,80	180,31
N1699	788,14	819800	724936	914,87	126,73	180,21
N1700	788,18	819803	724948	914,73	126,55	179,95
N1701	788,01	819805	724960	914,48	126,47	179,84
N1702	786,08	819810	724976	914,28	128,20	182,30
N1703	787,21	819813	724984	914,18	126,97	180,55
N1704	787,05	819817	724995	914,04	126,99	180,58
N1705	787,31	819819	725005	913,82	126,51	179,90
N1706	787,37	819821	725012	913,73	126,36	179,68
N1707	786,64	819823	725023	913,60	126,96	180,54
N1708	786,89	819825	725035	913,46	126,57	179,98
N1709	787,05	819826	725044	913,35	126,30	179,60
N1710	787,27	819827	725055	913,23	125,96	179,12
N1711	787,38	819828	725062	913,03	125,65	178,67
N1712	787,11	819828	725069	912,94	125,83	178,93
N1713	787,21	819829	725080	912,82	125,61	178,62
N1714	787,48	819830	725090	912,70	125,22	178,06
N1715	787,63	819832	725100	912,59	124,96	177,69
N1716	787,73	819832	725106	912,51	124,78	177,44
N1717	787,69	819832	725110	912,36	124,67	177,28
N1718	786,92	819828	725123	912,19	125,27	178,13
N1719	787,23	819825	725135	912,05	124,82	177,49
N1720	787,29	819822	725144	911,94	124,65	177,25
N1721	787,22	819817	725159	911,76	124,54	177,10
N1722	787,25	819810	725174	911,57	124,32	176,78
N1723	787,10	819806	725187	911,41	124,31	176,77
N1724	787,29	819804	725191	911,35	124,06	176,41
N1725	787,23	819799	725206	911,17	123,94	176,24
N1726	787,35	819791	725223	910,95	123,60	175,76
N1727	787,33	819784	725241	910,72	123,39	175,46
N1728	787,05	819779	725255	910,56	123,51	175,63
N1729	786,93	819772	725271	910,34	123,41	175,49
N1730	786,95	819770	725278	910,26	123,31	175,35
N1731	785,47	819769	725281	910,23	124,76	177,41
N1732	786,78	819764	725294	910,06	123,28	175,30
N1733	786,40	819761	725303	909,85	123,45	175,55
N1734	786,22	819757	725317	909,67	123,45	175,55
N1735	786,14	819754	725330	909,52	123,38	175,45
N1736	786,41	819752	725338	909,42	123,01	174,92
N1737	786,64	819750	725346	909,22	122,58	174,31
N1738	784,80	819749	725349	909,18	124,38	176,87
N1739	786,56	819748	725352	909,14	122,58	174,31
N1740	786,55	819748	725353	909,13	122,58	174,31
N1741	786,37	819744	725363	908,91	122,54	174,25
N1742	785,71	819739	725374	908,77	123,06	174,99
N1743	785,34	819737	725382	908,67	123,33	175,38
N1744	785,18	819736	725385	908,63	123,45	175,55
N1745	784,89	819732	725395	908,52	123,63	175,80
N1746	785,08	819725	725415	908,28	123,20	175,19
N1747	785,25	819720	725427	908,13	122,88	174,74
N1748	785,86	819716	725438	907,99	122,13	173,67
N1749	786,36	819709	725453	907,80	121,44	172,69
N1750	786,86	819708	725463	907,69	120,83	171,82
N1751	786,85	819703	725479	907,50	120,65	171,56
N1752	786,71	819700	725488	907,39	120,68	171,61
N1753	787,08	819696	725502	907,22	120,14	170,84

N1754	787,47	819690	725518	907,03	119,56	170,01
N1755	789,15	819685	725535	906,72	117,57	167,18
N1756	789,22	819683	725540	906,55	117,33	166,84
N1757	789,57	819683	725542	906,53	116,96	166,32
N1758	791,13	819682	725546	906,37	115,24	163,87
N1759	792,84	819680	725552	906,30	113,46	161,34
N1760	794,80	819677	725557	906,24	111,44	158,47
N1761	796,51	819675	725562	906,17	109,66	155,94
N1762	798,28	819673	725567	906,00	107,72	153,18
N1763	798,74	819671	725573	905,93	107,19	152,42
N1764	799,95	819668	725579	905,86	105,91	150,60
N1765	800,52	819667	725581	905,83	105,31	149,75
N1766	802,32	819665	725587	905,65	103,33	146,94
N1767	803,27	819662	725594	905,56	102,29	145,46
N1768	804,68	819658	725604	905,44	100,76	143,28
N1769	805,47	819656	725609	905,38	99,91	142,07
N1770	806,82	819653	725615	905,30	98,48	140,04
N1771	808,17	819650	725621	905,23	97,06	138,02
N1772	809,49	819648	725626	905,06	95,57	135,90
N1773	813,51	819646	725631	904,99	91,48	130,08
N1774	816,44	819645	725635	904,95	88,51	125,86
N177	819,13	819643	725637	904,92	85,79	121,99
N178	821,22	819641	725643	904,86	83,64	118,94
N179	825,32	819638	725649	904,78	79,46	112,99
N180	828,38	819637	725654	904,73	76,35	108,57
N181	831,52	819635	725658	904,69	73,17	104,05
N182	834,72	819634	725662	904,64	69,92	99,43
N183	838,02	819632	725666	904,60	66,58	94,68
N184	841,85	819631	725671	904,55	62,70	89,16
N185	844,76	819630	725673	904,52	59,76	84,98
N186	848,75	819628	725679	904,46	55,71	79,22
N187	852,47	819626	725683	904,42	51,95	73,87
N188	856,07	819625	725687	904,37	48,30	68,68
N169	856,04	819624	725687	904,37	48,33	68,73
N170	859,63	819623	725692	904,32	44,69	63,55
N171	862,98	819622	725696	904,28	41,30	58,73
N172	866,09	819620	725700	904,23	38,14	54,24
N173	868,70	819618	725705	904,19	35,49	50,47
N174	871,33	819617	725710	904,14	32,81	46,66
N175	873,99	819615	725714	904,10	30,11	42,82
N176	875,92	819613	725719	904,06	28,14	40,02
N159	878,26	819611	725724	904,00	25,74	36,60
N160	880,00	819609	725730	903,95	23,95	34,06
N161	881,90	819607	725735	903,91	22,01	31,30
N162	883,74	819606	725739	903,87	20,13	28,62
N163	885,76	819604	725745	903,82	18,06	25,68
N164	887,71	819602	725750	903,78	16,07	22,85
N165	889,39	819600	725755	903,73	14,34	20,39
N166	890,84	819598	725759	903,69	12,85	18,27
N167	890,51	819598	725760	903,60	13,09	18,61
N168	890,67	819595	725763	903,57	12,90	18,34

- Resultados en las líneas de la red conducción principal

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (lps)	Velocidad (m/s)	Pérdida (m/km)
1	1	N2267	1,01	386,58	180,00	1,53	4,27
P2275	N2267	N2266	17,49	386,58	180,00	1,53	7,00
P2274	N2266	N2265	18,03	386,58	180,00	1,53	4,26
P2273	N2264	N2265	1,00	386,58	180,00	1,53	4,32
P2272	N2264	N2263	21,49	386,58	180,00	1,53	4,26
P2271	N2263	N2262	12,67	386,58	180,00	1,53	4,26
P2270	N2262	N2261	28,41	386,58	180,00	1,53	4,26
P2268	N2261	N2260	17,28	386,58	180,00	1,53	7,03
P2267	N2260	N2259	22,36	386,58	180,00	1,53	4,26
P2266	N2258	N2259	1,85	386,58	180,00	1,53	4,26
2	N2258	2	13,42	386,58	180,00	1,53	4,26
DESARENADOR							
P2159	N2151	N2152	1,21	386,58	180,00	1,53	4,24
P2160	N2152	N2153	2,40	386,58	180,00	1,53	4,28
P2161	N2153	N2154	15,73	386,58	180,00	1,53	4,26
P2162	N2154	N2155	24,28	386,58	180,00	1,53	6,23
P2163	N2155	N2156	15,53	386,58	180,00	1,53	4,26
P2164	N2156	N2157	13,42	386,58	180,00	1,53	7,83
P2165	N2157	N2158	15,62	386,58	180,00	1,53	4,25
P2166	N2158	N2159	24,22	386,58	180,00	1,53	6,24
P2167	N2159	N2160	19,54	386,58	180,00	1,53	6,71
P2168	N2160	N2161	8,03	386,58	180,00	1,53	4,25
P2169	N2161	N2162	12,77	386,58	180,00	1,53	4,26
P2170	N2162	N2163	10,27	386,58	180,00	1,53	4,25
P2171	N2163	N2164	5,70	386,58	180,00	1,53	12,68
P2172	N2164	N2165	5,14	386,58	180,00	1,53	13,58
P2173	N2165	N2166	6,73	386,58	180,00	1,53	11,38
P2174	N2166	N2167	4,77	386,58	180,00	1,53	4,26
P2175	N2167	N2168	5,64	386,58	180,00	1,53	4,25
P2176	N2168	N2169	5,61	386,58	180,00	1,53	4,26
P2177	N2169	N2170	5,61	386,58	180,00	1,53	4,26
P2178	N2170	N2171	5,61	386,58	180,00	1,53	4,27
P2179	N2171	N2172	8,67	386,58	180,00	1,53	4,26
P2180	N2172	N2173	5,37	386,58	180,00	1,53	4,25
P2181	N2173	N2174	2,83	386,58	180,00	1,53	4,26
P2182	N2174	N2175	5,66	386,58	180,00	1,53	4,26
P2183	N2175	N2176	5,70	386,58	180,00	1,53	4,26
P2184	N2176	N2177	5,60	386,58	180,00	1,53	4,25
P2185	N2177	N2178	5,68	386,58	180,00	1,53	4,26
P2186	N2178	N2179	5,65	386,58	180,00	1,53	4,27
P2187	N2179	N2180	5,97	386,58	180,00	1,53	12,28
P2188	N2180	N2181	10,97	386,58	180,00	1,53	4,26
P2189	N2181	N2182	6,07	386,58	180,00	1,53	12,15
P2190	N2182	N2183	5,26	386,58	180,00	1,53	4,26
CAMARA DE QUIEBRE DE PRESION							
P2191	7	N2184	12,48	386,58	180,00	1,53	8,10
P2192	N2184	N2185	4,00	386,58	180,00	1,53	4,26
P2193	N2185	N2186	5,66	386,58	180,00	1,53	4,26
P2194	N2186	N2187	5,64	386,58	180,00	1,53	4,26
P2195	N2187	N2188	5,89	386,58	180,00	1,53	12,39
P2196	N2188	N2189	5,56	386,58	180,00	1,53	4,26
P2197	N2189	N2190	5,66	386,58	180,00	1,53	4,26

P2198	N2190	N2191	5,64	386,58	180,00	1,53	4,25
P2199	N2191	N2192	11,58	386,58	180,00	1,53	8,40
P2200	N2192	N2193	23,63	386,58	180,00	1,53	6,29
P2201	N2193	N2194	12,10	386,58	180,00	1,53	8,22
P2202	N2194	N2195	11,33	386,58	180,00	1,53	8,49
P2203	N2195	N2196	8,87	386,58	180,00	1,53	4,25
P2204	N2196	N2197	5,62	386,58	180,00	1,53	4,26
P2205	N2197	N2198	5,52	386,58	180,00	1,53	4,26
P2206	N2198	N2199	6,10	386,58	180,00	1,53	12,11
P2207	N2199	N2200	5,86	386,58	180,00	1,53	4,25
P2208	N2200	N2201	5,75	386,58	180,00	1,53	4,26
P2209	N2201	N2202	5,69	386,58	180,00	1,53	4,26
P2210	N2202	N2203	6,06	386,58	180,00	1,53	12,17
P2211	N2203	N2204	11,35	386,58	180,00	1,53	4,26
P2212	N2204	N2205	11,22	386,58	180,00	1,53	4,26
P2213	N2205	N2206	5,99	386,58	180,00	1,53	12,26
P2214	N2206	N2207	5,68	386,58	180,00	1,53	4,26
P2215	N2207	N2208	5,53	386,58	180,00	1,53	4,25
P2216	N2208	N2209	5,61	386,58	180,00	1,53	4,26
P2217	N2209	N2210	5,60	386,58	180,00	1,53	4,27
P2218	N2210	N2211	5,66	386,58	180,00	1,53	4,26
P2219	N2211	N2212	5,66	386,58	180,00	1,53	4,26
P2220	N2212	N2213	3,07	386,58	180,00	1,53	19,85
P2221	N2213	N2214	5,64	386,58	180,00	1,53	4,26
P2222	N2214	N2215	5,70	386,58	180,00	1,53	4,26
P2223	N2215	N2216	5,61	386,58	180,00	1,53	4,26
P2224	N2216	N2217	6,07	386,58	180,00	1,53	12,16
P2225	N2217	N2218	5,63	386,58	180,00	1,53	4,26
P2226	N2218	N2219	5,65	386,58	180,00	1,53	4,25
P2227	N2219	N2220	5,61	386,58	180,00	1,53	4,26
P2228	N2220	N2221	5,84	386,58	180,00	1,53	4,26
P2229	N2221	N2222	5,50	386,58	180,00	1,53	4,26
P2230	N2222	N2223	5,52	386,58	180,00	1,53	4,26
P2231	N2223	N2224	5,88	386,58	180,00	1,53	4,25
P2232	N2224	N2225	6,66	386,58	180,00	1,53	4,26
P2233	N2225	N2226	17,90	386,58	180,00	1,53	4,26
P2234	N2226	N2227	7,86	386,58	180,00	1,53	4,26
P2235	N2227	N2228	15,80	386,58	180,00	1,53	4,26
P2236	N2228	N2229	2,02	386,58	180,00	1,53	4,24
P2237	N2229	N2230	60,52	386,58	180,00	1,53	4,26
P2238	N2230	N2231	37,80	386,58	180,00	1,53	4,26
P2239	N2231	N2232	3,85	386,58	180,00	1,53	4,25
P2240	N2232	N2233	11,28	386,58	180,00	1,53	4,26
P2241	N2233	N2234	12,08	386,58	180,00	1,53	8,23
P2242	N2234	N2235	5,10	386,58	180,00	1,53	4,25
P2243	N2235	N2236	16,81	386,58	180,00	1,53	4,26
P2244	N2236	N2237	11,64	386,58	180,00	1,53	8,37
P2245	N2237	N2238	6,02	386,58	180,00	1,53	12,23
P2246	N2238	N2239	11,24	386,58	180,00	1,53	8,52
P2247	N2239	N2240	17,66	386,58	180,00	1,53	4,26
P2248	N2240	N2241	21,21	386,58	180,00	1,53	4,26
P2249	N2241	N2242	22,32	386,58	180,00	1,53	4,26
P2250	N2242	N2243	16,38	386,58	180,00	1,53	7,18
P2251	N2243	N2244	19,60	386,58	180,00	1,53	4,26
P2252	N2244	N2245	22,92	386,58	180,00	1,53	4,26
P2253	N2245	N2246	14,36	386,58	180,00	1,53	7,60

P2254	N2246	N2247	11,68	386,58	180,00	1,53	8,36
P2255	N2247	N2248	6,08	386,58	180,00	1,53	12,14
P2256	N2248	N2249	1,53	386,58	180,00	1,53	4,23
P2257	N2249	N2250	17,58	386,58	180,00	1,53	4,26
P2258	N2250	N2251	19,03	386,58	180,00	1,53	6,78
P2259	N2251	N2252	10,44	386,58	180,00	1,53	4,26
P2260	N2252	N2253	10,41	386,58	180,00	1,53	8,86
P2261	N2253	N2254	13,92	386,58	180,00	1,53	4,26
P2262	N2254	N2255	14,83	386,58	180,00	1,53	7,49
P2263	N2255	N2256	4,25	386,58	180,00	1,53	4,25
P2264	N2256	N2257	8,79	386,58	180,00	1,53	9,71
P2265	N2257	N2134	6,00	386,58	180,00	1,53	4,25
P2142	N2134	N2135	6,52	381,40	180,00	1,58	12,30
P2143	N2135	N2136	10,13	381,40	180,00	1,58	4,55
P2144	N2136	N2137	19,90	381,40	180,00	1,58	7,09
P2145	N2137	N2138	7,21	381,40	180,00	1,58	4,55
P2146	N2138	N2139	9,10	381,40	180,00	1,58	10,10
P2147	N2139	N2140	16,76	381,40	180,00	1,58	4,55
P2148	N2140	N2141	11,40	381,40	180,00	1,58	8,98
P2149	N2141	N2142	18,03	381,40	180,00	1,58	7,35
P2150	N2142	N2143	17,02	381,40	180,00	1,58	4,55
P2151	N2143	N2144	39,74	381,40	180,00	1,58	5,82
P2152	N2144	N2145	17,13	381,40	180,00	1,58	4,55
P2153	N2145	N2146	13,41	381,40	180,00	1,58	4,54
P2154	N2146	N2147	8,94	381,40	180,00	1,58	4,54
P2155	N2147	N2148	13,73	381,40	180,00	1,58	4,55
P2156	N2148	N2149	14,89	381,40	180,00	1,58	4,55
P2157	N2149	N2150	12,55	381,40	180,00	1,58	4,55
P2158	N2150	N2095	27,98	381,40	180,00	1,58	6,36
P2103	N2095	N2096	9,96	375,16	180,00	1,63	4,92
P2104	N2096	N2097	22,13	375,16	180,00	1,63	4,93
P2105	N2097	N2098	16,03	375,16	180,00	1,63	4,93
P2106	N2098	N2099	46,00	375,16	180,00	1,63	4,93
P2107	N2099	N2100	17,26	375,16	180,00	1,63	4,93
P2108	N2100	N2101	3,16	375,16	180,00	1,63	4,92
P2109	N2101	N2102	8,06	375,16	180,00	1,63	11,63
P2110	N2102	N2103	23,67	375,16	180,00	1,63	7,21
P2111	N2103	N2104	21,08	375,16	180,00	1,63	7,49
P2112	N2104	N2105	9,24	375,16	180,00	1,63	10,78
P2113	N2105	N2106	8,81	375,16	180,00	1,63	11,06
P2114	N2106	N2107	6,03	375,16	180,00	1,63	13,88
P2115	N2107	N2108	16,01	375,16	180,00	1,63	4,93
P2116	N2108	N2109	35,33	375,16	180,00	1,63	6,46
P2117	N2109	N2110	18,71	375,16	180,00	1,63	7,82
P2118	N2110	N2111	7,98	375,16	180,00	1,63	4,93
P2119	N2111	N2112	7,89	375,16	180,00	1,63	11,77
P2120	N2112	N2113	7,37	375,16	180,00	1,63	4,93
P2121	N2113	N2114	11,05	375,16	180,00	1,63	4,93
P2122	N2114	N2115	13,78	375,16	180,00	1,63	4,92
P2123	N2115	N2116	10,32	375,16	180,00	1,63	10,17
P2124	N2116	N2117	16,12	375,16	180,00	1,63	8,28
P2125	N2117	N2118	11,68	375,16	180,00	1,63	9,56
P2126	N2118	N2119	10,33	375,16	180,00	1,63	10,16
P2127	N2119	N2120	7,88	375,16	180,00	1,63	11,79
P2128	N2120	N2121	7,21	375,16	180,00	1,63	4,92
P2129	N2121	N2122	5,68	375,16	180,00	1,63	4,94

P2130	N2122	N2123	5,98	375,16	180,00	1,63	13,96
P2131	N2123	N2124	9,40	375,16	180,00	1,63	4,92
P2132	N2124	N2125	11,32	375,16	180,00	1,63	4,93
P2133	N2125	N2126	11,34	375,16	180,00	1,63	4,93
P2134	N2126	N2127	6,04	375,16	180,00	1,63	13,87
P2135	N2127	N2128	5,88	375,16	180,00	1,63	4,92
P2136	N2128	N2129	6,08	375,16	180,00	1,63	13,82
P2137	N2129	N2130	8,39	375,16	180,00	1,63	4,92
P2138	N2130	N2131	5,71	375,16	180,00	1,63	4,94
P2139	N2131	N2132	5,67	375,16	180,00	1,63	4,92
P2140	N2132	N2133	6,10	375,16	180,00	1,63	13,78
P2141	N2133	N2038	4,00	375,16	180,00	1,63	18,44
P2045	N2038	N2039	4,24	367,70	180,00	1,70	19,24
P2046	N2039	N2040	5,72	367,70	180,00	1,70	5,44
P2047	N2040	N2041	11,29	367,70	180,00	1,70	5,44
P2048	N2041	N2042	6,08	367,70	180,00	1,70	15,05
P2049	N2042	N2043	5,72	367,70	180,00	1,70	5,44
P2050	N2043	N2044	11,33	367,70	180,00	1,70	5,44
P2051	N2044	N2045	6,04	367,70	180,00	1,70	15,12
P2052	N2045	N2046	5,66	367,70	180,00	1,70	5,44
P2053	N2046	N2047	5,65	367,70	180,00	1,70	5,43
P2054	N2047	N2048	11,39	367,70	180,00	1,70	5,44
P2055	N2048	N2049	11,31	367,70	180,00	1,70	5,43
P2056	N2049	N2050	17,05	367,70	180,00	1,70	5,43
P2057	N2050	N2051	11,33	367,70	180,00	1,70	5,44
P2058	N2051	N2052	6,12	367,70	180,00	1,70	14,99
P2059	N2052	N2053	2,64	367,70	180,00	1,70	5,44
P2060	N2053	N2054	10,68	367,70	180,00	1,70	5,43
P2061	N2054	N2055	1,12	367,70	180,00	1,70	57,74
P2062	N2055	N2056	11,87	367,70	180,00	1,70	5,44
P2063	N2056	N2057	10,58	367,70	180,00	1,70	10,97
P2064	N2057	N2058	10,00	367,70	180,00	1,70	5,43
P2065	N2058	N2059	1,20	367,70	180,00	1,70	5,46
P2066	N2059	N2060	1,00	367,70	180,00	1,70	5,43
P2067	N2060	N2061	20,84	367,70	180,00	1,70	5,43
P2068	N2061	N2062	12,77	367,70	180,00	1,70	10,02
P2069	N2062	N2063	12,48	367,70	180,00	1,70	10,12
P2070	N2063	N2064	10,49	367,70	180,00	1,70	5,44
P2071	N2064	N2065	5,49	367,70	180,00	1,70	16,09
P2072	N2065	N2066	0,96	367,70	180,00	1,70	5,43
P2073	N2066	N2067	2,99	367,70	180,00	1,70	5,45
P2074	N2067	N2068	0,73	367,70	180,00	1,70	85,63
P2075	N2068	N2069	0,96	367,70	180,00	1,70	5,43
P2076	N2069	N2070	8,76	367,70	180,00	1,70	5,44
P2077	N2070	N2071	11,78	367,70	180,00	1,70	5,43
P2078	N2071	N2072	0,89	367,70	180,00	1,70	71,24
P2079	N2072	N2073	0,76	367,70	180,00	1,70	5,39
P2080	N2073	N2074	9,05	367,70	180,00	1,70	5,44
P2081	N2074	N2075	5,69	367,70	180,00	1,70	5,44
P2082	N2075	N2076	5,62	367,70	180,00	1,70	5,43
P2083	N2076	N2077	5,78	367,70	180,00	1,70	5,43
P2084	N2077	N2078	0,02	367,70	180,00	1,70	2931,91
P2085	N2078	N2079	0,03	367,70	180,00	1,70	7,44
P2086	N2079	N2080	3,63	367,70	180,00	1,70	5,43
P2087	N2080	N2081	5,72	367,70	180,00	1,70	5,42
P2088	N2081	N2082	5,62	367,70	180,00	1,70	5,44

P2089	N2082	N2083	6,71	367,70	180,00	1,70	5,43
P2091	N2083	N2084	4,12	367,70	180,00	1,70	19,65
P2092	N2084	N2085	0,62	367,70	180,00	1,70	5,40
P2093	N2085	N2086	10,72	367,70	180,00	1,70	5,44
P2094	N2086	N2087	5,60	367,70	180,00	1,70	5,43
P2095	N2087	N2088	3,10	367,70	180,00	1,70	24,32
P2096	N2088	N2089	7,86	367,70	180,00	1,70	5,43
P2097	N2089	N2090	5,36	367,70	180,00	1,70	5,43
P2098	N2090	N2091	1,33	367,70	180,00	1,70	49,46
P2099	N2091	N2092	4,32	367,70	180,00	1,70	5,44
P2100	N2092	N2093	4,37	367,70	180,00	1,70	18,83
P2101	N2093	N2094	3,51	367,70	180,00	1,70	5,43
P2102	N2094	N2035	3,16	367,70	180,00	1,70	23,95
P2042	N2035	N2036	8,00	375,16	180,00	1,63	4,93
P2043	N2036	N2037	11,59	375,16	180,00	1,63	4,93
P2044	N2037	N1944	4,38	375,16	180,00	1,63	17,26
P1951	N1944	N1945	8,88	367,70	180,00	1,70	5,43
P1952	N1945	N1946	5,50	367,70	180,00	1,70	5,44
P1953	N1946	N1947	5,39	367,70	180,00	1,70	5,44
P1954	N1947	N1948	5,82	367,70	180,00	1,70	15,48
P1955	N1948	N1949	6,12	367,70	180,00	1,70	5,44
P1956	N1949	N1950	5,68	367,70	180,00	1,70	5,44
P1957	N1950	N1951	5,62	367,70	180,00	1,70	5,44
P1958	N1951	N1952	11,31	367,70	180,00	1,70	5,43
P1959	N1952	N1953	5,65	367,70	180,00	1,70	5,43
P1960	N1953	N1954	14,79	367,70	180,00	1,70	5,43
P1961	N1954	N1955	5,40	367,70	180,00	1,70	16,27
P1962	N1955	N1956	6,14	367,70	180,00	1,70	5,44
P1963	N1956	N1957	5,37	367,70	180,00	1,70	16,34
P1964	N1957	N1958	7,21	367,70	180,00	1,70	5,43
P1965	N1958	N1959	4,12	367,70	180,00	1,70	5,44
P1966	N1959	N1960	1,00	367,70	180,00	1,70	5,43
P1967	N1960	N1961	5,10	367,70	180,00	1,70	5,44
P1968	N1961	N1962	5,54	367,70	180,00	1,70	16,00
P1969	N1962	N1963	4,36	367,70	180,00	1,70	5,43
P1970	N1963	N1964	5,04	367,70	180,00	1,70	5,43
P1971	N1964	N1965	3,35	367,70	180,00	1,70	5,44
P1972	N1965	N1966	4,83	367,70	180,00	1,70	17,56
P1973	N1966	N1967	9,90	367,70	180,00	1,70	11,34
P1974	N1967	N1968	1,07	367,70	180,00	1,70	5,49
P1975	N1968	N1969	9,56	367,70	180,00	1,70	5,43
P1976	N1969	N1970	15,48	367,70	180,00	1,70	5,43
P1977	N1970	N1971	9,22	367,70	180,00	1,70	5,44
P1978	N1971	N1972	7,07	367,70	180,00	1,70	13,71
P1979	N1972	N1973	6,71	367,70	180,00	1,70	5,43
P1980	N1973	N1974	5,01	367,70	180,00	1,70	17,11
P1981	N1974	N1975	8,77	367,70	180,00	1,70	5,44
P1982	N1975	N1976	8,81	367,70	180,00	1,70	12,08
P1983	N1976	N1977	1,72	367,70	180,00	1,70	5,45
P1984	N1977	N1978	4,47	367,70	180,00	1,70	5,43
P1985	N1978	N1979	5,83	367,70	180,00	1,70	15,47
P1986	N1979	N1980	9,50	367,70	180,00	1,70	5,44
P1987	N1980	N1981	11,15	367,70	180,00	1,70	5,44
P1988	N1981	N1982	10,80	367,70	180,00	1,70	5,43
P1989	N1982	N1983	7,15	367,70	180,00	1,70	13,62
P1990	N1983	N1984	8,11	367,70	180,00	1,70	5,43

P1991	N1984	N1985	9,63	367,70	180,00	1,70	11,51
P1992	N1985	N1986	8,10	367,70	180,00	1,70	5,44
P1993	N1986	N1987	11,12	367,70	180,00	1,70	5,43
P1994	N1987	N1988	6,65	367,70	180,00	1,70	14,24
P1995	N1988	N1989	1,92	367,70	180,00	1,70	5,43
P1996	N1989	N1990	7,54	367,70	180,00	1,70	5,43
P1997	N1990	N1991	8,53	367,70	180,00	1,70	5,43
P1998	N1991	N1992	5,02	367,70	180,00	1,70	17,11
P1999	N1992	N1993	12,72	367,70	180,00	1,70	5,43
P2000	N1993	N1994	4,75	367,70	180,00	1,70	17,75
P2001	N1994	N1995	6,74	367,70	180,00	1,70	5,44
P2002	N1995	N1996	7,17	367,70	180,00	1,70	5,43
P2003	N1996	N1997	8,77	367,70	180,00	1,70	5,44
P2004	N1997	N1998	7,61	367,70	180,00	1,70	13,12
P2005	N1998	N1999	4,22	367,70	180,00	1,70	5,43
P2006	N1999	N2000	4,01	367,70	180,00	1,70	20,04
P2007	N2000	N2001	3,07	367,70	180,00	1,70	5,43
P2008	N2001	N2002	3,03	367,70	180,00	1,70	24,76
P2009	N2002	N2003	6,45	367,70	180,00	1,70	5,43
P2010	N2003	N2004	5,40	367,70	180,00	1,70	16,27
P2011	N2004	N2005	1,68	367,70	180,00	1,70	5,45
P2012	N2005	N2006	8,76	367,70	180,00	1,70	5,44
P2013	N2006	N2007	9,20	367,70	180,00	1,70	11,79
P2014	N2007	N2008	1,55	367,70	180,00	1,70	5,47
P2015	N2008	N2009	13,53	367,70	180,00	1,70	9,76
P2016	N2009	N2010	9,97	367,70	180,00	1,70	5,44
P2017	N2010	N2011	9,02	367,70	180,00	1,70	11,92
P2018	N2011	N2012	10,32	367,70	180,00	1,70	11,10
P2019	N2012	N2013	10,39	367,70	180,00	1,70	11,07
P2020	N2013	N2014	6,92	367,70	180,00	1,70	5,43
P2021	N2014	N2015	11,69	367,70	180,00	1,70	10,45
P2022	N2015	N2016	7,71	367,70	180,00	1,70	5,43
P2023	N2016	N2017	12,09	367,70	180,00	1,70	5,43
P2024	N2017	N2018	8,57	367,70	180,00	1,70	5,44
P2025	N2018	N2019	5,62	367,70	180,00	1,70	15,85
P2026	N2019	N2020	4,10	367,70	180,00	1,70	19,71
P2027	N2020	N2021	6,20	367,70	180,00	1,70	5,44
P2028	N2021	N2022	5,31	367,70	180,00	1,70	16,45
P2029	N2022	N2023	9,89	367,70	180,00	1,70	5,44
P2030	N2023	N2024	6,70	367,70	180,00	1,70	14,17
P2031	N2024	N2025	6,12	367,70	180,00	1,70	5,44
P2032	N2025	N2026	8,43	367,70	180,00	1,70	5,43
P2033	N2026	N2027	1,73	367,70	180,00	1,70	39,27
P2034	N2027	N2028	5,05	367,70	180,00	1,70	5,44
P2035	N2028	N2029	10,48	367,70	180,00	1,70	5,44
P2036	N2029	N2030	8,80	367,70	180,00	1,70	5,43
P2037	N2030	N2031	15,29	367,70	180,00	1,70	5,44
P2038	N2031	N2032	15,15	367,70	180,00	1,70	5,43
P2039	N2032	N2033	15,51	367,70	180,00	1,70	5,44
P2040	N2033	N2034	10,24	367,70	180,00	1,70	5,44
P2041	N2034	N1870	5,83	367,70	180,00	1,70	5,44
P1877	N1870	N1871	9,85	321,76	180,00	2,21	10,41
P1878	N1871	N1872	3,54	321,76	180,00	2,21	38,62
P1879	N1872	N1873	7,07	321,76	180,00	2,21	10,41
P1880	N1873	N1874	6,71	321,76	180,00	2,21	25,29
P1881	N1874	N1875	9,77	321,76	180,00	2,21	10,41

P1882	N1875	N1876	8,39	321,76	180,00	2,21	10,41
P1883	N1876	N1877	3,35	321,76	180,00	2,21	40,23
P1884	N1877	N1878	3,38	321,76	180,00	2,21	10,39
P1885	N1878	N1879	2,20	321,76	180,00	2,21	55,81
P1886	N1879	N1880	4,10	321,76	180,00	2,21	10,42
P1887	N1880	N1881	3,68	321,76	180,00	2,21	10,39
P1888	N1881	N1882	15,84	321,76	180,00	2,21	10,42
P1889	N1882	N1883	14,82	321,76	180,00	2,21	10,41
P1890	N1883	N1884	19,02	321,76	180,00	2,21	10,41
P1891	N1884	N1885	11,26	321,76	180,00	2,21	10,41
P1892	N1885	N1886	7,28	321,76	180,00	2,21	10,42
P1893	N1886	N1887	1,00	321,76	180,00	2,21	110,21
P1894	N1887	N1888	8,00	321,76	180,00	2,21	10,42
P1895	N1888	N1889	9,17	321,76	180,00	2,21	10,41
P1896	N1889	N1890	7,56	321,76	180,00	2,21	23,61
P1897	N1890	N1891	6,83	321,76	180,00	2,21	10,42
P1898	N1891	N1892	8,46	321,76	180,00	2,21	10,41
P1899	N1892	N1893	12,85	321,76	180,00	2,21	10,41
P1900	N1893	N1894	3,60	321,76	180,00	2,21	10,42
P1901	N1894	N1895	5,41	321,76	180,00	2,21	28,86
P1902	N1895	N1896	4,72	321,76	180,00	2,21	10,42
P1903	N1896	N1897	6,99	321,76	180,00	2,21	10,41
P1904	N1897	N1898	5,64	321,76	180,00	2,21	10,41
P1905	N1898	N1899	2,27	321,76	180,00	2,21	54,38
P1906	N1899	N1900	0,71	321,76	180,00	2,21	151,03
P1907	N1900	N1901	2,53	321,76	180,00	2,21	10,41
P1908	N1901	N1902	5,61	321,76	180,00	2,21	10,41
P1909	N1902	N1903	3,48	321,76	180,00	2,21	10,41
P1910	N1903	N1904	13,47	321,76	180,00	2,21	10,41
P1911	N1904	N1905	5,65	321,76	180,00	2,21	10,42
P1912	N1905	N1906	5,71	321,76	180,00	2,21	10,41
P1913	N1906	N1907	5,65	321,76	180,00	2,21	10,40
P1914	N1907	N1908	5,64	321,76	180,00	2,21	10,41
P1915	N1908	N1909	5,72	321,76	180,00	2,21	10,42
P1916	N1909	N1910	5,68	321,76	180,00	2,21	10,40
P1917	N1910	N1911	5,66	321,76	180,00	2,21	10,41
P1918	N1911	N1912	5,67	321,76	180,00	2,21	10,41
P1919	N1912	N1913	5,68	321,76	180,00	2,21	10,42
P1920	N1913	N1914	6,10	321,76	180,00	2,21	26,78
P1921	N1914	N1915	4,48	321,76	180,00	2,21	32,71
P1922	N1915	N1916	2,07	321,76	180,00	2,21	10,39
P1923	N1916	N1917	5,68	321,76	180,00	2,21	10,42
P1924	N1917	N1918	5,75	321,76	180,00	2,21	10,41
P1925	N1918	N1919	8,99	321,76	180,00	2,21	10,41
P1926	N1919	N1920	5,26	321,76	180,00	2,21	10,41
P1927	N1920	N1921	12,08	321,76	180,00	2,21	10,41
P1928	N1921	N1922	14,07	321,76	180,00	2,21	17,51
P1929	N1922	N1923	15,19	321,76	180,00	2,21	10,42
P1930	N1923	N1924	16,64	321,76	180,00	2,21	16,41
P1931	N1924	N1925	14,10	321,76	180,00	2,21	10,41
P1932	N1925	N1926	11,17	321,76	180,00	2,21	10,41
P1933	N1926	N1927	8,12	321,76	180,00	2,21	10,41
P1934	N1927	N1928	7,62	321,76	180,00	2,21	10,41
P1935	N1928	N1929	3,03	321,76	180,00	2,21	43,37
P1936	N1929	N1930	2,51	321,76	180,00	2,21	10,41
P1937	N1930	N1931	7,67	321,76	180,00	2,21	10,41

P1938	N1931	N1932	3,08	321,76	180,00	2,21	10,41
P1939	N1932	N1933	2,39	321,76	180,00	2,21	52,18
P1940	N1933	N1934	13,17	321,76	180,00	2,21	10,41
P1941	N1934	N1935	8,54	321,76	180,00	2,21	10,41
P1942	N1935	N1936	5,39	321,76	180,00	2,21	28,94
P1943	N1936	N1937	4,14	321,76	180,00	2,21	10,41
P1944	N1937	N1938	4,12	321,76	180,00	2,21	10,42
P1945	N1938	N1939	4,13	321,76	180,00	2,21	10,41
P1946	N1939	N1940	5,52	321,76	180,00	2,21	10,41
P1947	N1940	N1941	3,64	321,76	180,00	2,21	37,84
P1948	N1941	N1942	7,08	321,76	180,00	2,21	10,41
P1949	N1942	N1784	2,24	321,76	180,00	2,21	10,43
P1790	N1784	N1785	6,02	328,26	180,00	2,13	24,75
P1791	N1785	N1786	1,11	328,26	180,00	2,13	9,45
P1792	N1786	N1787	8,06	328,26	180,00	2,13	9,44
P1793	N1787	N1788	5,00	328,26	180,00	2,13	27,89
P1794	N1788	N1789	7,33	328,26	180,00	2,13	9,44
P1795	N1789	N1790	6,26	328,26	180,00	2,13	9,44
P1796	N1790	N1791	3,76	328,26	180,00	2,13	33,96
P1797	N1791	N1792	3,49	328,26	180,00	2,13	9,45
P1798	N1792	N1793	2,41	328,26	180,00	2,13	47,71
P1799	N1793	N1794	6,08	328,26	180,00	2,13	24,60
P1800	N1794	N1795	10,82	328,26	180,00	2,13	17,96
P1801	N1795	N1796	6,97	328,26	180,00	2,13	9,44
P1802	N1796	N1797	4,81	328,26	180,00	2,13	28,62
P1803	N1797	N1798	5,61	328,26	180,00	2,13	9,44
P1804	N1798	N1799	9,25	328,26	180,00	2,13	9,44
P1805	N1799	N1800	7,83	328,26	180,00	2,13	21,21
P1806	N1800	N1801	7,67	328,26	180,00	2,13	9,44
P1807	N1801	N1802	5,35	328,26	180,00	2,13	9,44
P1808	N1802	N1803	7,40	328,26	180,00	2,13	9,45
P1809	N1803	N1804	5,26	328,26	180,00	2,13	26,96
P1810	N1804	N1805	5,36	328,26	180,00	2,13	26,64
P1811	N1805	N1806	5,53	328,26	180,00	2,13	26,11
P1812	N1806	N1807	2,24	328,26	180,00	2,13	9,47
P1813	N1807	N1808	7,21	328,26	180,00	2,13	9,44
P1814	N1808	N1809	6,89	328,26	180,00	2,13	9,44
P1815	N1809	N1810	6,21	328,26	180,00	2,13	24,29
P1816	N1810	N1811	4,93	328,26	180,00	2,13	9,45
P1817	N1811	N1812	6,86	328,26	180,00	2,13	22,88
P1818	N1812	N1813	4,19	328,26	180,00	2,13	9,45
P1819	N1813	N1814	5,87	328,26	180,00	2,13	9,44
P1820	N1814	N1815	1,41	328,26	180,00	2,13	74,78
P1821	N1815	N1816	9,43	328,26	180,00	2,13	9,45
P1822	N1816	N1817	6,84	328,26	180,00	2,13	9,44
P1823	N1817	N1818	6,45	328,26	180,00	2,13	9,45
P1824	N1818	N1819	3,94	328,26	180,00	2,13	32,84
P1825	N1819	N1820	5,02	328,26	180,00	2,13	9,44
P1826	N1820	N1821	5,76	328,26	180,00	2,13	9,44
P1827	N1821	N1822	3,45	328,26	180,00	2,13	36,15
P1828	N1822	N1823	5,22	328,26	180,00	2,13	9,45
P1829	N1823	N1824	6,84	328,26	180,00	2,13	9,44
P1830	N1824	N1825	8,11	328,26	180,00	2,13	20,81
P1831	N1825	N1826	7,48	328,26	180,00	2,13	9,44
P1832	N1826	N1827	3,58	328,26	180,00	2,13	35,19
P1833	N1827	N1828	2,61	328,26	180,00	2,13	9,44

P1834	N1828	N1829	5,12	328,26	180,00	2,13	9,45
P1835	N1829	N1830	7,33	328,26	180,00	2,13	9,45
P1836	N1830	N1831	5,81	328,26	180,00	2,13	25,31
P1837	N1831	N1832	5,86	328,26	180,00	2,13	9,44
P1838	N1832	N1833	5,51	328,26	180,00	2,13	9,45
P1839	N1833	N1834	7,84	328,26	180,00	2,13	21,19
P1840	N1834	N1835	2,97	328,26	180,00	2,13	9,45
P1841	N1835	N1836	5,62	328,26	180,00	2,13	9,44
P1842	N1836	N1837	5,64	328,26	180,00	2,13	9,45
P1843	N1837	N1838	7,81	328,26	180,00	2,13	9,45
P1844	N1838	N1839	2,83	328,26	180,00	2,13	9,44
P1845	N1839	N1840	6,40	328,26	180,00	2,13	9,44
P1846	N1840	N1841	5,63	328,26	180,00	2,13	9,45
P1847	N1841	N1842	6,02	328,26	180,00	2,13	24,75
P1848	N1842	N1843	4,51	328,26	180,00	2,13	9,45
P1849	N1843	N1844	5,49	328,26	180,00	2,13	26,23
P1850	N1844	N1845	3,96	328,26	180,00	2,13	9,45
P1851	N1845	N1846	2,95	328,26	180,00	2,13	40,69
P1852	N1846	N1847	6,07	328,26	180,00	2,13	9,44
P1853	N1847	N1848	5,31	328,26	180,00	2,13	26,81
P1854	N1848	N1849	7,08	328,26	180,00	2,13	9,44
P1855	N1849	N1850	7,55	328,26	180,00	2,13	9,44
P1856	N1850	N1851	6,83	328,26	180,00	2,13	22,95
P1857	N1851	N1852	5,31	328,26	180,00	2,13	9,45
P1858	N1852	N1853	4,57	328,26	180,00	2,13	29,62
P1859	N1853	N1854	6,05	328,26	180,00	2,13	9,43
P1860	N1854	N1855	5,72	328,26	180,00	2,13	25,56
P1861	N1855	N1856	5,52	328,26	180,00	2,13	9,45
P1862	N1856	N1857	6,09	328,26	180,00	2,13	9,43
P1863	N1857	N1858	6,84	328,26	180,00	2,13	9,45
P1864	N1858	N1859	3,61	328,26	180,00	2,13	9,44
P1865	N1859	N1860	1,42	328,26	180,00	2,13	9,43
P1866	N1860	N1861	5,86	328,26	180,00	2,13	9,45
P1867	N1861	N1862	5,70	328,26	180,00	2,13	9,44
P1868	N1862	N1863	4,29	328,26	180,00	2,13	30,93
P1869	N1863	N1864	6,18	328,26	180,00	2,13	9,45
P1870	N1864	N1865	5,42	328,26	180,00	2,13	26,44
P1871	N1865	N1866	6,91	328,26	180,00	2,13	9,44
P1872	N1866	N1867	7,92	328,26	180,00	2,13	9,44
P1873	N1867	N1868	1,41	328,26	180,00	2,13	74,84
P1874	N1868	N1869	5,66	328,26	180,00	2,13	9,44
P1875	N1869	N1775	2,71	328,26	180,00	2,13	9,45
P1781	N1775	N1776	5,17	321,76	180,00	2,21	10,42
P1782	N1776	N1777	3,15	321,76	180,00	2,21	42,10
P1783	N1777	N1778	6,76	321,76	180,00	2,21	10,41
P1784	N1778	N1779	6,75	321,76	180,00	2,21	10,41
P1785	N1779	N1780	5,42	321,76	180,00	2,21	10,41
P1786	N1780	N1781	9,09	321,76	180,00	2,21	21,40
P1787	N1781	N1782	6,69	321,76	180,00	2,21	10,41
P1788	N1782	N1783	5,65	321,76	180,00	2,21	28,08
P1789	N1783	N1533	4,71	321,76	180,00	2,21	31,61
P1539	N1533	N1534	3,20	314,24	180,00	2,32	11,67
P1540	N1534	N1535	2,86	314,24	180,00	2,32	50,06
P1541	N1535	N1536	3,97	314,24	180,00	2,32	11,68
P1542	N1536	N1537	4,47	314,24	180,00	2,32	36,24
P1543	N1537	N1538	8,54	314,24	180,00	2,32	11,68

P1544	N1538	N1539	7,55	314,24	180,00	2,32	11,68
P1545	N1539	N1540	8,55	314,24	180,00	2,32	11,68
P1546	N1540	N1541	7,28	314,24	180,00	2,32	11,68
P1547	N1541	N1542	7,33	314,24	180,00	2,32	11,68
P1548	N1542	N1543	6,04	314,24	180,00	2,32	29,85
P1549	N1543	N1544	10,50	314,24	180,00	2,32	11,68
P1550	N1544	N1545	6,08	314,24	180,00	2,32	11,69
P1551	N1545	N1546	10,60	314,24	180,00	2,32	11,68
P1552	N1546	N1547	16,17	314,24	180,00	2,32	18,47
P1553	N1547	N1548	9,42	314,24	180,00	2,32	11,68
P1554	N1548	N1549	8,39	314,24	180,00	2,32	11,68
P1555	N1549	N1550	4,30	314,24	180,00	2,32	11,68
P1556	N1550	N1551	11,78	314,24	180,00	2,32	11,68
P1557	N1551	N1552	12,87	314,24	180,00	2,32	11,69
P1558	N1552	N1553	11,03	314,24	180,00	2,32	11,68
P1559	N1553	N1554	12,24	314,24	180,00	2,32	11,68
P1560	N1554	N1555	7,06	314,24	180,00	2,32	27,23
P1561	N1555	N1556	4,20	314,24	180,00	2,32	37,81
P1562	N1556	N1557	8,63	314,24	180,00	2,32	11,68
P1563	N1557	N1558	9,61	314,24	180,00	2,32	11,68
P1564	N1558	N1559	10,21	314,24	180,00	2,32	11,68
P1565	N1559	N1560	11,53	314,24	180,00	2,32	11,68
P1566	N1560	N1561	11,35	314,24	180,00	2,32	11,68
P1567	N1561	N1562	13,94	314,24	180,00	2,32	11,69
P1568	N1562	N1563	8,49	314,24	180,00	2,32	24,60
P1569	N1563	N1564	5,66	314,24	180,00	2,32	11,69
P1570	N1564	N1565	9,16	314,24	180,00	2,32	11,68
P1571	N1565	N1566	5,45	314,24	180,00	2,32	11,69
P1572	N1566	N1567	7,09	314,24	180,00	2,32	11,68
P1573	N1567	N1568	14,88	314,24	180,00	2,32	19,05
P1574	N1568	N1569	15,88	314,24	180,00	2,32	11,68
P1575	N1569	N1570	14,06	314,24	180,00	2,32	11,69
P1576	N1570	N1571	16,17	314,24	180,00	2,32	11,68
P1577	N1571	N1572	11,43	314,24	180,00	2,32	11,68
P1578	N1572	N1573	7,54	314,24	180,00	2,32	11,69
P1579	N1573	N1574	4,59	314,24	180,00	2,32	35,59
P1580	N1574	N1575	10,97	314,24	180,00	2,32	11,69
P1581	N1575	N1576	6,96	314,24	180,00	2,32	11,68
P1582	N1576	N1577	6,24	314,24	180,00	2,32	29,28
P1583	N1577	N1578	7,95	314,24	180,00	2,32	11,68
P1584	N1578	N1579	10,53	314,24	180,00	2,32	11,68
P1585	N1579	N1580	7,93	314,24	180,00	2,32	11,68
P1586	N1580	N1581	7,18	314,24	180,00	2,32	11,68
P1587	N1581	N1582	6,33	314,24	180,00	2,32	11,69
P1588	N1582	N1583	4,35	314,24	180,00	2,32	36,90
P1589	N1583	N1584	8,40	314,24	180,00	2,32	11,68
P1590	N1584	N1585	6,06	314,24	180,00	2,32	11,68
P1591	N1585	N1586	13,71	314,24	180,00	2,32	11,69
P1592	N1586	N1587	9,48	314,24	180,00	2,32	11,68
P1593	N1587	N1588	12,97	314,24	180,00	2,32	11,68
P1594	N1588	N1589	13,52	314,24	180,00	2,32	11,68
P1595	N1589	N1590	11,20	314,24	180,00	2,32	11,69
P1596	N1590	N1591	14,34	314,24	180,00	2,32	11,68
P1597	N1591	N1592	18,21	314,24	180,00	2,32	17,71
P1598	N1592	N1593	17,46	314,24	180,00	2,32	11,68
P1599	N1593	N1594	19,19	314,24	180,00	2,32	11,68

P1600	N1594	N1595	15,88	314,24	180,00	2,32	11,68
P1601	N1595	N1596	19,84	314,24	180,00	2,32	11,68
P1602	N1596	N1597	15,73	314,24	180,00	2,32	11,68
P1603	N1597	N1598	15,97	314,24	180,00	2,32	11,68
P1604	N1598	N1599	11,88	314,24	180,00	2,32	11,68
P1605	N1599	N1600	5,28	314,24	180,00	2,32	11,68
P1606	N1600	N1601	8,37	314,24	180,00	2,32	11,68
P1607	N1601	N1602	11,88	314,24	180,00	2,32	11,68
P1608	N1602	N1603	26,48	314,24	180,00	2,32	11,68
P1609	N1603	N1604	10,56	314,24	180,00	2,32	11,68
P1610	N1604	N1605	7,51	314,24	180,00	2,32	11,68
P1611	N1605	N1606	14,43	314,24	180,00	2,32	11,69
P1612	N1606	N1607	12,66	314,24	180,00	2,32	11,68
P1613	N1607	N1608	11,28	314,24	180,00	2,32	11,68
P1614	N1608	N1609	9,67	314,24	180,00	2,32	11,68
P1615	N1609	N1610	11,65	314,24	180,00	2,32	11,68
P1616	N1610	N1611	12,35	314,24	180,00	2,32	20,57
P1617	N1611	N1612	11,40	314,24	180,00	2,32	11,68
P1618	N1612	N1613	15,00	314,24	180,00	2,32	11,68
P1619	N1613	N1614	11,19	314,24	180,00	2,32	11,68
P1620	N1614	N1615	5,36	314,24	180,00	2,32	32,15
P1621	N1615	N1616	8,98	314,24	180,00	2,32	11,68
P1622	N1616	N1617	16,52	314,24	180,00	2,32	11,68
P1623	N1617	N1618	7,86	314,24	180,00	2,32	25,65
P1624	N1618	N1619	4,17	314,24	180,00	2,32	11,69
P1625	N1619	N1620	10,85	314,24	180,00	2,32	11,68
P1626	N1620	N1621	2,05	314,24	180,00	2,32	65,23
P1627	N1621	N1622	6,13	314,24	180,00	2,32	11,68
P1628	N1622	N1623	13,14	314,24	180,00	2,32	11,68
P1629	N1623	N1624	8,64	314,24	180,00	2,32	11,68
P1630	N1624	N1625	10,67	314,24	180,00	2,32	11,68
P1631	N1625	N1626	10,17	314,24	180,00	2,32	11,69
P1632	N1626	N1627	8,98	314,24	180,00	2,32	11,68
P1633	N1627	N1628	10,09	314,24	180,00	2,32	11,68
P1634	N1628	N1629	10,27	314,24	180,00	2,32	11,69
P1635	N1629	N1630	13,20	314,24	180,00	2,32	20,00
P1636	N1630	N1631	14,78	314,24	180,00	2,32	11,68
P1637	N1631	N1632	6,65	314,24	180,00	2,32	28,19
P1638	N1632	N1633	10,18	314,24	180,00	2,32	11,68
P1639	N1633	N1634	8,25	314,24	180,00	2,32	24,99
P1640	N1634	N1635	2,24	314,24	180,00	2,32	11,69
P1641	N1635	N1636	10,19	314,24	180,00	2,32	11,68
P1642	N1636	N1637	9,82	314,24	180,00	2,32	11,68
P1643	N1637	N1638	13,62	314,24	180,00	2,32	11,68
P1644	N1638	N1639	11,20	314,24	180,00	2,32	11,68
P1645	N1639	N1640	9,94	314,24	180,00	2,32	11,69
P1646	N1640	N1641	11,50	314,24	180,00	2,32	11,68
P1647	N1641	N1642	14,11	314,24	180,00	2,32	11,68
P1648	N1642	N1643	13,02	314,24	180,00	2,32	11,68
P1649	N1643	N1644	7,28	314,24	180,00	2,32	11,68
P1650	N1644	N1645	8,54	314,24	180,00	2,32	11,68
P1651	N1645	N1646	12,77	314,24	180,00	2,32	20,27
P1652	N1646	N1647	1,80	314,24	180,00	2,32	11,70
P1653	N1647	N1648	9,06	314,24	180,00	2,32	11,68
P1654	N1648	N1649	7,80	314,24	180,00	2,32	11,69
P1655	N1649	N1650	4,99	314,24	180,00	2,32	33,67

P1656	N1650	N1651	7,72	314,24	180,00	2,32	11,68
P1657	N1651	N1652	8,17	314,24	180,00	2,32	25,11
P1658	N1652	N1653	8,25	314,24	180,00	2,32	11,68
P1659	N1653	N1654	15,86	314,24	180,00	2,32	11,68
P1660	N1654	N1655	14,20	314,24	180,00	2,32	11,68
P1661	N1655	N1656	8,94	314,24	180,00	2,32	11,69
P1662	N1656	N1657	10,85	314,24	180,00	2,32	11,68
P1663	N1657	N1658	11,73	314,24	180,00	2,32	21,04
P1664	N1658	N1659	11,66	314,24	180,00	2,32	11,69
P1665	N1659	N1660	9,83	314,24	180,00	2,32	11,68
P1666	N1660	N1661	12,09	314,24	180,00	2,32	11,68
P1667	N1661	N1662	13,65	314,24	180,00	2,32	11,68
P1668	N1662	N1663	12,67	314,24	180,00	2,32	11,68
P1669	N1663	N1664	12,32	314,24	180,00	2,32	11,68
P1670	N1664	N1665	14,30	314,24	180,00	2,32	11,68
P1671	N1665	N1666	11,95	314,24	180,00	2,32	11,68
P1672	N1666	N1667	11,79	314,24	180,00	2,32	11,68
P1673	N1667	N1668	9,28	314,24	180,00	2,32	11,68
P1674	N1668	N1669	6,81	314,24	180,00	2,32	11,69
P1675	N1669	N1670	12,21	314,24	180,00	2,32	11,68
P1676	N1670	N1671	13,59	314,24	180,00	2,32	11,69
P1677	N1671	N1672	10,49	314,24	180,00	2,32	11,68
P1678	N1672	N1673	9,79	314,24	180,00	2,32	11,68
P1679	N1673	N1674	12,43	314,24	180,00	2,32	11,69
P1680	N1674	N1675	11,10	314,24	180,00	2,32	11,68
P1681	N1675	N1676	21,57	314,24	180,00	2,32	11,68
P1682	N1676	N1677	16,89	314,24	180,00	2,32	11,68
P1683	N1677	N1678	16,56	314,24	180,00	2,32	11,68
P1684	N1678	N1679	17,41	314,24	180,00	2,32	17,99
P1685	N1679	N1680	7,98	314,24	180,00	2,32	11,67
P1686	N1680	N1681	8,37	314,24	180,00	2,32	11,68
P1687	N1681	N1682	9,65	314,24	180,00	2,32	11,68
P1688	N1682	N1683	9,94	314,24	180,00	2,32	11,69
P1689	N1683	N1684	6,34	314,24	180,00	2,32	28,99
P1690	N1684	N1685	8,69	314,24	180,00	2,32	11,68
P1691	N1685	N1686	9,06	314,24	180,00	2,32	23,79
P1692	N1686	N1687	14,88	314,24	180,00	2,32	11,68
P1693	N1687	N1688	10,88	314,24	180,00	2,32	11,68
P1694	N1688	N1689	8,32	314,24	180,00	2,32	11,68
P1695	N1689	N1690	14,22	314,24	180,00	2,32	11,69
P1696	N1690	N1691	10,17	314,24	180,00	2,32	11,68
P1697	N1691	N1692	9,85	314,24	180,00	2,32	11,69
P1698	N1692	N1693	14,74	314,24	180,00	2,32	11,68
P1699	N1693	N1694	17,32	314,24	180,00	2,32	11,68
P1700	N1694	N1695	12,40	314,24	180,00	2,32	11,68
P1701	N1695	N1696	12,91	314,24	180,00	2,32	11,68
P1702	N1696	N1697	14,40	314,24	180,00	2,32	19,30
P1703	N1697	N1698	11,00	314,24	180,00	2,32	11,68
P1704	N1698	N1699	15,99	314,24	180,00	2,32	11,68
P1705	N1699	N1700	12,76	314,24	180,00	2,32	11,68
P1706	N1700	N1701	11,76	314,24	180,00	2,32	21,01
P1707	N1701	N1702	16,99	314,24	180,00	2,32	11,69
P1708	N1702	N1703	8,88	314,24	180,00	2,32	11,68
P1709	N1703	N1704	11,46	314,24	180,00	2,32	11,68
P1710	N1704	N1705	9,83	314,24	180,00	2,32	22,85
P1711	N1705	N1706	7,34	314,24	180,00	2,32	11,68

P1712	N1706	N1707	11,62	314,24	180,00	2,32	11,68
P1713	N1707	N1708	11,98	314,24	180,00	2,32	11,68
P1714	N1708	N1709	9,00	314,24	180,00	2,32	11,68
P1715	N1709	N1710	10,76	314,24	180,00	2,32	11,68
P1716	N1710	N1711	7,68	314,24	180,00	2,32	25,98
P1717	N1711	N1712	7,09	314,24	180,00	2,32	11,68
P1718	N1712	N1713	10,51	314,24	180,00	2,32	11,68
P1719	N1713	N1714	10,07	314,24	180,00	2,32	11,68
P1720	N1714	N1715	9,85	314,24	180,00	2,32	11,69
P1721	N1715	N1716	6,86	314,24	180,00	2,32	11,68
P1722	N1716	N1717	3,30	314,24	180,00	2,32	44,94
P1723	N1717	N1718	14,31	314,24	180,00	2,32	11,68
P1724	N1718	N1719	11,81	314,24	180,00	2,32	11,68
P1725	N1719	N1720	9,49	314,24	180,00	2,32	11,68
P1726	N1720	N1721	15,81	314,24	180,00	2,32	11,68
P1727	N1721	N1722	16,19	314,24	180,00	2,32	11,68
P1728	N1722	N1723	13,60	314,24	180,00	2,32	11,68
P1729	N1723	N1724	5,11	314,24	180,00	2,32	11,69
P1730	N1724	N1725	15,73	314,24	180,00	2,32	11,68
P1731	N1725	N1726	18,27	314,24	180,00	2,32	11,68
P1732	N1726	N1727	19,81	314,24	180,00	2,32	11,68
P1733	N1727	N1728	14,29	314,24	180,00	2,32	11,68
P1734	N1728	N1729	18,03	314,24	180,00	2,32	11,68
P1735	N1729	N1730	7,26	314,24	180,00	2,32	11,67
P1736	N1730	N1731	2,72	314,24	180,00	2,32	11,68
P1737	N1731	N1732	14,02	314,24	180,00	2,32	11,68
P1738	N1732	N1733	9,32	314,24	180,00	2,32	23,46
P1739	N1733	N1734	14,65	314,24	180,00	2,32	11,68
P1740	N1734	N1735	12,97	314,24	180,00	2,32	11,68
P1741	N1735	N1736	9,12	314,24	180,00	2,32	11,68
P1742	N1736	N1737	7,39	314,24	180,00	2,32	26,53
P1743	N1737	N1738	3,18	314,24	180,00	2,32	11,68
P1744	N1738	N1739	3,70	314,24	180,00	2,32	11,69
P1745	N1739	N1740	0,43	314,24	180,00	2,32	11,77
P1746	N1740	N1741	10,11	314,24	177,98	2,29	22,05
P1747	N1741	N1742	12,68	314,24	177,98	2,29	11,44
P1748	N1742	N1743	8,09	314,24	177,98	2,29	11,44
P1749	N1743	N1744	3,57	314,24	177,98	2,29	11,44
P1750	N1744	N1745	10,11	314,24	177,98	2,29	11,44
P1751	N1745	N1746	21,03	314,24	177,98	2,29	11,44
P1752	N1746	N1747	12,95	314,24	177,98	2,29	11,44
P1753	N1747	N1748	12,09	314,24	177,98	2,29	11,44
P1754	N1748	N1749	16,49	314,24	177,98	2,29	11,44
P1755	N1749	N1750	9,54	314,24	177,98	2,29	11,44
P1756	N1750	N1751	17,12	314,24	177,98	2,29	11,44
P1757	N1751	N1752	9,70	314,24	177,98	2,29	11,44
P1758	N1752	N1753	14,22	314,24	177,98	2,29	11,44
P1759	N1753	N1754	16,91	314,24	177,98	2,29	11,44
P1760	N1754	N1755	18,04	314,24	177,98	2,29	17,39
P1761	N1755	N1756	5,06	314,24	177,98	2,29	32,65
P1762	N1756	N1757	1,98	314,24	177,98	2,29	11,46
P1763	N1757	N1758	4,41	314,24	177,98	2,29	35,77
P1764	N1758	N1759	5,91	314,24	177,98	2,29	11,43
P1765	N1759	N1760	5,69	314,24	177,98	2,29	11,44
P1766	N1760	N1761	5,79	314,24	177,98	2,29	11,44
P1767	N1761	N1762	5,72	314,24	177,98	2,29	30,19

P1768	N1762	N1763	6,15	314,24	177,98	2,29	11,45
P1769	N1763	N1764	6,34	314,24	177,98	2,29	11,43
P1770	N1764	N1765	2,55	314,24	177,98	2,29	11,44
P1771	N1765	N1766	6,24	314,24	177,98	2,29	28,64
P1772	N1766	N1767	7,63	314,24	177,98	2,29	11,44
P1773	N1767	N1768	10,19	314,24	177,98	2,29	11,44
P1774	N1768	N1769	6,02	314,24	177,98	2,29	11,45
P1775	N1769	N1770	6,28	314,24	177,98	2,29	11,43
P1776	N1770	N1771	6,33	314,24	177,98	2,29	11,44
P1777	N1771	N1772	5,96	314,24	177,98	2,29	29,45
P1778	N1772	N1773	5,37	314,24	177,98	2,29	11,43
P1779	N1773	N1774	3,95	314,24	177,98	2,29	11,44
P1780	N1774	N177	2,94	314,24	177,98	2,29	11,44
P173	N177	N178	5,86	321,76	177,98	2,19	10,20
P174	N178	N179	7,13	321,76	177,98	2,19	10,20
P175	N179	N180	4,82	321,76	177,98	2,19	10,19
P176	N180	N181	4,28	321,76	177,98	2,19	10,21
P177	N181	N182	4,60	321,76	177,98	2,19	10,19
P178	N182	N183	4,50	321,76	177,98	2,19	10,20
P179	N183	N184	4,65	321,76	177,98	2,19	10,19
P180	N184	N185	2,67	321,76	177,98	2,19	10,17
P181	N185	N186	5,86	321,76	177,98	2,19	10,20
P182	N186	N187	4,72	321,76	177,98	2,19	10,20
P183	N187	N188	4,30	321,76	177,98	2,19	10,19
P184	N188	N169	0,61	321,76	177,98	2,19	10,25
P165	N169	N170	4,78	328,26	177,98	2,10	9,25
P166	N170	N171	4,58	328,26	177,98	2,10	9,24
P167	N171	N172	4,76	328,26	177,98	2,10	9,25
P168	N172	N173	5,02	328,26	177,98	2,10	9,25
P169	N173	N174	4,96	328,26	177,98	2,10	9,24
P170	N174	N175	4,97	328,26	177,98	2,10	9,25
P171	N175	N176	4,46	328,26	177,98	2,10	9,24
P172	N176	N159	6,24	328,26	177,98	2,10	9,25
P156	N159	N160	5,42	333,76	177,98	2,03	8,53
P157	N160	N161	5,39	333,76	177,98	2,03	8,53
P158	N161	N162	4,12	333,76	177,98	2,03	8,53
P159	N162	N163	5,38	333,76	177,98	2,03	8,53
P160	N163	N164	5,39	333,76	177,98	2,03	8,53
P161	N164	N165	5,39	333,76	177,98	2,03	8,52
P162	N165	N166	4,70	333,76	177,98	2,03	8,53
P163	N166	N167	0,68	333,76	177,98	2,03	132,52
P164	N167	N168	4,24	333,76	175,96	2,01	8,35

## **ANEXO B. ESTUDIO DE GEOTECNIA**



**Universidad Surcolombiana**

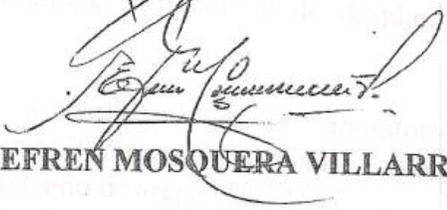
NIT 891.180.084-2

**ESTUDIO DE SUELOS GEOTECNIA BOCATOMA -  
DESARENADOR DEL DISTRITO DE RIEGO LLANO DE LA  
VIRGEN MPIO DE ALTAMIRA**

**ESTUDIO DE SUELOS**

**REALIZADO POR:**

  
**Ing. Civil OLGA PATRICIA GONZALEZ V**  
**MAT.PROF. 68202-18659 Santander.**

  
**Lab. EFREN MOSQUERA VILLARREAL.**

  
**Neiva, Enero 22 de 2010**

Avenida Pastrana Borrero - Carrera 1a. A.A. 385 y 974 - PBX 8754753 - Fax 8758890 - 8759124 - 8752374 - 8752436  
www.usco.edu.co  
NEIVA - HUILA



## ESTUDIO DE SUELOS GEOTECNIA BOCATOMA - DESARENADOR DEL DISTRITO DE RIEGO LLANO DE LA VIRGEN MPIO DE ALTAMIRA

### 1 - INTRODUCCION

El presente informe resume la investigación de campo y ensayos de laboratorio realizados al apique del Distrito de Riego Llano de la Virgen, donde se adelantara la construcción de una Bocatoma y Desarenador que se encuentra ubicada en Municipio de Altamira.

**OBJETIVOS:** Identificar los distintos estratos del subsuelo y determinar sus propiedades físico - mecánicas más importantes, como son: Humedad, Tamaño de partículas, Resistencia, Peso unitario, Límites de Atterberg, Capacidad portante, con el fin de que se determine la cimentación óptima, económica y segura.

Determinar fenómenos como nivel freático, agua colgada y otras alteraciones del subsuelo que puedan generar daños colaterales a la estructura.

Analizar y recomendar el tipo de cimentación más adecuado desde el punto de vista técnico y económico, profundidad de desplante y las presiones de contacto.

Todos los ensayos a realizarse en el laboratorio cumplen con las especificaciones y normas Técnicas Colombianas contenidas en las NSR-98.

Para Densidad método Cono de arena NTC 1667

Ensayo para determinar el Límite líquido NTC1494

Ensayo para determinar el Límite Plástico y el Índice de Plasticidad. NTC 1493

Ensayo para determinar los Factores de Contracción NTC 1503

Ensayo para determinar el Contenido de Humedad NTC 1495



# Universidad Surcolombiana

NIT 891.180.084-2

## DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto consta de la construcción del Distrito de Riego Llano de la Virgen, en el municipio de Altamira. El estudio de suelos se realiza para la construcción de la Bocatoma y Desarenador que se encuentran ubicados en la Vereda San Antonio del Pescado del Municipio de Garzón (coordenadas planas: Bocatoma X=1153862, Y=721449; Desarenador X=1153859, Y=721589). El Distrito de Riego beneficiara a 90 usuarios, en 500 Hectáreas aproximadamente y tendrá un caudal de 182 Lt/seg.

El alcance del estudio es determinar las principales características de los suelos encontrados, Perfil estratigráfico del sitio, Capacidad Portante, Clasificación del suelo, Grado de Expansibilidad etc.

El análisis del presente estudio por parte del ingeniero estructural y su posterior aplicación de acuerdo a sus criterios técnicos, permitirá diseño óptimo del tipo de cimentación que se adopte para las diferentes obras a ejecutarse.

### APIQUE 1.

El apique se realizo a mano en el área de influencia a 9,80 mt de la orilla de la Quebrada La Pescada. No se encontró el Nivel Freático a la profundidad excavada, aunque en el fondo del apique se detecto humedad propia del Nivel Freático.

### INVESTIGACION DE CAMPO

El apique 1 se realiza a mano a profundidad de 2.20 m. No se encontró el nivel freático a la profundidad excavada.

Se tomaron muestras para determinar en el laboratorio la Granulometría, Límites de Atterberg, Humedad natural, Próctor modificado, Clasificación unificada y demás parámetros necesarios para conocer el suelo, como Grado de Expansibilidad. En el sitio se determino la capacidad portante del suelo por método de cono de penetración que reporta los datos de presión in situ, posteriormente, se calcula la capacidad portante.



**Universidad Surcolombiana**

NIT 891.180.084-2

### **- DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE**

La Capacidad Portante del suelo se determina con base a los datos de las características del suelo, aplicando fórmulas empíricas.

Sin embargo para este estudio en particular se realizó por el método directo de Cono de penetración - Penetrómetro.

Se anexa reporte de capacidad portante in situ a diferentes profundidades.

### **TIPO DE SUELO**

#### **APIQUE 1:**

Según curva granulométrica

PROFUNDIDAD 1.35 m.

$C_u = 115,79$   $CC = 0,29$  Mal gradado.

$D_{10} = 0,19$   $D_{30} = 1,1$   $D_{60} = 22$

A una profundidad de 1.35 no presento límites de consistencia.

LIMITE LIQUIDO = NP

LIMITE PLASTICO = NP

INDICE DE PLASTICIDAD = NP

Densidad in situ método del cono y la arena:  $1,98 \text{ gr/cc} = 123,29 \text{ Lb/p3}$

Densidad seca máxima =  $125,5 \text{ Lb/p3}$

Humedad optima =  $7,50\%$

Humedad natural =  $20,09\%$



Universidad Surcolombiana

NIT 891.180.024-2

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El tipo de cimentación recomendada para las estructuras como lo son tanques, canales, aducción, conducción etc. se recomienda placas en medio elástico según dimensiones que resulte de las cargas a transmitir al suelo (C.15.13.3). Ya sea en suelos blandos o resistentes como es el caso del análisis realizado al apique para la construcción de Bocatoma- Desarenador para distrito de riego LLA<sup>NO</sup> DE LA VIRGEN en el municipio de Altamira. La profundidad de cimentación recomendada es a 1.10m de profundidad para las estructuras que se localizaran en el área de estudio del apique único, la placa de la cimentación del desarenador funciona como diafragma, puede construirse inmediatamente después de retirar la capa vegetal a una profundidad de 1,10 m según la estratificación investigada, sin embargo si se observa que la estratificación varía en la zona se puede optar por hacerla a menor profundidad, diseñándose con la carga viva especificada de acuerdo al uso que van a estar sometidas las estructuras, peso de carga muerta que es la que gobierna en este caso el diseño, para obras hidráulicas la carga viva es de 200 kgf/m<sup>2</sup>, tener en cuenta la carga muerta según dimensiones requeridas por análisis hidráulico. El concreto para las obras hidráulicas mínimo debe tener una resistencia de 24 Mpa, si se requiere hacer placas para los canales de aducción, las dilataciones deben de sellarse con producto elástico que resistan fluidos de agua permanentemente, que tenga soporte cilíndrico tipo sellalón, las obras deben de cimentarse sobre suelo que no tenga materia orgánica, antes de fundirse las placas que conformaran los tanques o las obras hidráulicas, el suelo debe de estar compactado al 100% del Proctor modificado dado en el presente informe de acuerdo al sitio en mención. Se recomienda impermeabilizar toda la obra que se implante en estos sitios para evitar problemas por capilaridad y por filtración de agua ya que son obras de contención, que el material es fino, la composición del suelo (arenas), y por durabilidad del concreto; preparar el concreto con relación agua /cemento menor a 0,45, aplicar plastificante y adicionar impermeabilizante sólido tipo Penetron, omnicon o tegraprut.



## Universidad Surcolombiana

NIT 891.180.064-2

Analizada la capacidad portante, se obtiene como conclusión que el material se debe compactar por impacto, diseñar con capacidad de soporte de  $2,20\text{kg/cm}^2$ .

La excavación debe hacerse del tamaño del área que resulte según la capacidad de soporte del suelo, las estructuras hidráulicas que se van a construir o a ampliar deben de cumplir la reglamentación del NSR-98 según C-20, los rellenos deben de hacerse siguiendo las densidades dadas en el ensayo de compactación con equipos que garanticen esta energía, los suelos no presentan cohesión, se debe estibar a profundidades mayores a 1,50 m., si las obras se inician en épocas de lluvias se debe proteger los suelos con plásticos, para evitar el fenómeno de erosión.

Suelo de deficientes características como material de cimentación, aplicar concreto de limpieza al momento de realizar la estructura de cimentación, respetar los recubrimientos para el refuerzo (C.7.7) No realizar excavaciones superiores a las requeridas.

Las excavaciones para la cimentación no se deben de quedar expuestas por mucho tiempo.

Se debe aplicar concreto de limpieza, para la instalación del refuerzo.

Se debe garantizar que no exista materia orgánica, basuras ni escombros, al momento de iniciar la construcción.

Si se requiere material de relleno para nivelación de la construcción es recomendable utilizar recebo de buena calidad con índice plástico menor a 7% y que adquiera una densidad superior a  $1,86\text{ t/m}^3$ . Para que se garantice la estabilización de la obra.

Es conveniente evitar aguas de filtración debajo de las estructuras, para ello es recomendable utilizar geomembras que eviten la filtración de agua interna dentro de las estructuras a implantarse, que produzcas empujes que afecten la estabilidad de las obras.



## Universidad Surcolombiana

NIT 891.180.034-2

El perfil de suelo a utilizar en el diseño de análisis sísmico es S3 cuyo coeficiente de sitio  $S=1,5$  velocidad de onda de cortante entre 150 y 270 m/s, tener en cuenta los títulos B y H del código Colombiano NSR-98.

La estructura debe cumplir con las recomendaciones dadas en el Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes Decreto 400, NSR-98. Para zona de amenaza sísmica alta. En el municipio de Altamira, se debe diseñar con  $A_a = 0.35$   $A_d = 0.04$  según espectro de diseño, si el sitio queda en el municipio de GARZON, se diseña con  $A_a = 0.30$   $A_d = 0.03$  según espectro; es indispensable tener en cuenta la interacción suelo estructura, se aconseja utilizar la más crítica en el análisis estructural.

Limitaciones del presente estudio: Las conclusiones y recomendaciones del informe presente, están basadas en la investigación de campo y laboratorio que se describen. Si durante la construcción se encuentran unas condiciones diferentes a las descritas, se dará aviso a la ingeniera OLGA PATRICIA GONZALEZ V. Profesora Catedrática Mecánica de Suelos de la Universidad Surcolombiana, para que complemente las conclusiones y recomendaciones, (al celular 3158759904).



# Universidad Surcolombiana

NIT 891.180.084-2

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS PERFIL ESTRATIGRAFICO REGISTRO DE APIQUE

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS GEOTECNIA BOCATOMA - DESARENADOR DEL DISTRITO DE RIEGO LLANO DE LA VIRGEN MPIO DE ALTAMIRA  
 LOCALIZACION: VEREDA SAN ANTONIO DEL PESCADO MUNICIPIO DE GARZON - HUILA  
 INGENIERA: OLGA PATRICIA GONZALEZ VALENCIANO  
 FECHA: 22 DE ENERO DE 2010

APIQUE No. 1

PROFUNDIDAD (METROS)	ESTRATO	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCION
-0,60			HORIZONTE 1: Suelo de color habano claro, con cascajos y gravas redondeadas y subredondeadas de diversos tamaños.
-0,30			HORIZONTE 2: Suelo de color habano claro, con cascajos y gravas algunas angulares, hay rocas de 36 pulgadas, presencia de raices y raicillas.
-0,45			HORIZONTE 3: Arenas, cascajos y gravas, rocas hasta de 40 pulgadas, alrededor presencia de raice.
-0,20			HORIZONTE 4: Arenas sueltas de color grisaceo con cascajos y gravas de diversos tamaños, cantos rodados de lecho de rio, hay rocas de considerable tamaño.
-0,55			HORIZONTE 5: Arenas blancas y grisaceas, sueltas; gravas y rocas cuarzosas, presenta humedad ante la presencia del Nivel Freatico.

**OBSERVACIONES:**

TOMA: Apique cavado a 9,80 metro de la orilla del a Quebrada La Pescada  
 Profundidad del apique 2,20 mts. Posicion del apique Oriente-Occidente.

Avenida Pastrana Borrero - Carrera 1a. A.A. 385 y 974 - PBX 8754753 - Fax 8758890 - 8759124 - 8752374 - 8752436  
 www.usco.edu.co  
 NEIVA - HUILA



Universidad Surcolombiana

NIT 891.180.084-2

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
ENSAYO DENSIDAD**

**METODO DEL CONO Y LA ARENA**

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS GEOTECNIA BOCATOMA - DESARENADOR DEL DISTRITO DE RIEGO LLANO DE LA VIRGEN MPIO DE ALTAMIRA  
LOCALIZACION: VEREDA SAN ANTONIO DEL PESCADO MUNICIPIO DE GARZON - HUILA  
INGENIERA: OLGA PATRICIA GONZALEZ VALENCIANO  
FECHA: 22 DE ENERO DE 2010

APIQUE No. 1

**DENSIDAD SECA**

ITEM	UNIDAD	TOMA 1
Peso frasco + cono + arena inicial	gr	7391
Peso frasco + cono + arena final	gr	3683
Peso arena total usada	gr	3708
Constante del cono	gr	1693
Peso arena en el hueco	gr	2015
Densidad de la arena	gr/cc	1,42
Volumen del hueco	cc	1419,01
Peso material extraído húmedo	gr	3367
Humedad	%	20,09
Peso material extraído seco	gr	2803,62
Densidad húmeda	gr/cc	2,37
Densidad seca	gr/cc	1,98
Densidad seca	lb/pie <sup>3</sup>	123,29
Compactacion	%	98,24

**HUMEDAD**

	Unidad	TOMA 1
Peso tara + suelo húmedo	gr	77,40
Peso tara + suelo seco	gr	68,90
Peso de la Tara	gr	26,60
Humedad	%	20,09

**OBSERVACIONES:**

TOMA : Densidad realizada a 1,35 mts de profundidad del apique.



Universidad Surcolombiana

NIT 891.180.084-2

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO: GRANULOMETRÍA

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS GEOTECNIA BOCATOMA - DESARENADOR DEL DISTRITO DE RIEGO LLANO DE LA VIRGEN MPIO DE ALTAMIRA  
 LOCALIZACION: VEREDA SAN ANTONIO DEL PESCADO MUNICIPIO DE GARZON - HUILA  
 INGENIERA: OLGA PATRICIA GONZALEZ VALENCIANO  
 FECHA: 22 DE ENERO DE 2010

APIQUE No. 1

PESO: 4825,7 gr.

TAMIZ	APERTURA DEL TAMIZ EN mm	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% EN PESO QUE PASA
4"	101,600	0,00	0,00	0,00	100,00
3 1/2"	88,900	498,20	10,32	10,32	89,68
3"	76,200	430,00	8,91	19,23	80,77
2 1/2"	63,500	321,80	6,67	25,90	74,10
2"	50,800	100,50	2,08	27,99	72,01
1 1/2"	38,100	60,40	1,67	29,65	70,35
1"	25,400	306,90	6,36	36,01	63,99
3/4"	19,050	294,40	6,10	42,11	57,89
1/2"	12,700	297,00	6,15	48,27	51,73
3/8"	9,525	147,90	3,06	51,33	48,67
4	4,760	255,60	5,30	56,63	43,37
8	2,380	295,30	6,12	62,75	37,25
10	2,000	70,40	1,46	64,21	35,79
12	1,680	51,80	1,07	65,28	34,72
16	1,190	160,60	3,33	68,61	31,39
20	0,840	217,90	4,52	73,12	26,88
30	0,590	226,50	4,69	77,82	22,18
40	0,420	222,30	4,61	82,42	17,58
50	0,297	204,60	4,24	86,66	13,34
100	0,149	242,00	5,01	91,68	8,32
140	0,105	154,90	3,21	94,89	5,11
200	0,074	116,20	2,41	97,30	2,70
FONDO		130,50	2,70	100,00	0,00
SUBTOTAL		4825,70	100,00		

OBSERVACIONES:

TOMA : Muestra extraida a 1,35 mts de profundidad del apique.  
 La muestra no preenta Limites de Atterberg.

Avenida Pastrana Borrero - Carrera 1a. A.A. 385 y 974 - PBX 8754753 - Fax 8758890 - 8759124 - 8752374 - 8752436  
 www.usco.edu.co  
 NEIVA - HUILA





Universidad Surcolombiana

NIT 891.180.084-2

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO RESISTENCIA IN SITU**  
**METODO DEL CONO DE PENETRACION**

PROFUNDIDAD: 1.55 m

FECHA: 22 DE ENERO DE 2010

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS GEOTECNIA BOCATOMA - DESARENADOR DEL

LOCALIZACION: VEREDA SAN ANTONIO DEL PESCADO MUNICIPIO DE GARZON - HUILA

APIQUE: 1

LECTURA MANOMETRO 1.55 m	KIGRAMOS FUERZA	RESISTENCIA Kgf/cm2
80	43,2	18,95
80	43,2	18,95
75	41,2	18,07
75	41,2	18,07
75	41,2	18,07
75	41,2	18,07
80	43,2	18,95

RESISTENCIA PROMEDIO 18,45

RESISTENCIA PROMEDIO CON PENETROMETRO F.S= 3 3,07

RESISTENCIA PROMEDIO DEL SUELO 3,07 Kgf/cm2

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO RESISTENCIA IN SITU**  
**METODO DEL CONO DE PENETRACION**

PROFUNDIDAD: 2.20 m

FECHA: 22 DE ENERO DE 2010

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS GEOTECNIA BOCATOMA - DESARENADOR DEL

DISTRITO DE RIEGO LLANO DE LA VIRGEN MPIO DE ALTAMIRA

LOCALIZACION: VEREDA SAN ANTONIO DEL PESCADO MUNICIPIO DE GARZON - HUILA

APIQUE: 1

LECTURA MANOMETRO 2.20 m	KIGRAMOS FUERZA	RESISTENCIA Kgf/cm2
80	43,2	18,95
75	41,2	18,07
80	43,2	18,95
80	43,2	18,95
75	41,2	18,07
75	41,2	18,07
80	43,2	18,95

RESISTENCIA PROMEDIO 18,57

RESISTENCIA PROMEDIO CON PENETROMETRO F.S= 3 3,10

RESISTENCIA PROMEDIO DEL SUELO 3,10 Kgf/cm2



Universidad Surcolombiana

NIT 891.180.084-2

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO RESISTENCIA IN SITU**  
**METODO DEL CONO DE PENETRACION**

PROFUNDIDAD: 0.60 m

FECHA: 22 DE ENERO DE 2010

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS GEOTECNIA BOCATOMA - DESARENADOR DEL  
 DISTRITO DE RIEGO LLANO DE LA VIRGEN MPIO DE ALTAMIRA

LOCALIZACION: VEREDA SAN ANTONIO DEL PESCADO MUNICIPIO DE GARZON - HUILA

APIQUE: 1

LECTURA MANOMETRO 0.60 m	KIGRAMOS FUERZA	RESISTENCIA Kgf/cm2
80	43,2	18,95
75	41,2	18,07
75	41,2	18,07
80	43,2	18,95
80	43,2	18,95
75	41,2	18,07
80	43,2	18,95

RESISTENCIA PROMEDIO 18,57  
 RESISTENCIA PROMEDIO CON PENETROMETRO F.S= 3 3,10

RESISTENCIA PROMEDIO DEL SUELO 3,10 Kgf/cm2

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
**ENSAYO RESISTENCIA IN SITU**  
**METODO DEL CONO DE PENETRACION**

PROFUNDIDAD: 0.90 m

FECHA: 22 DE ENERO DE 2010

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS GEOTECNIA BOCATOMA - DESARENADOR DEL  
 DISTRITO DE RIEGO LLANO DE LA VIRGEN MPIO DE ALTAMIRA

LOCALIZACION: VEREDA SAN ANTONIO DEL PESCADO MUNICIPIO DE GARZON - HUILA

APIQUE: 1

LECTURA MANOMETRO 0.90 m	KIGRAMOS FUERZA	RESISTENCIA Kgf/cm2
45	29,2	12,81
50	31,2	13,68
50	31,2	13,68
45	29,2	12,81
45	29,2	12,81
45	29,2	12,81
50	31,2	13,68

RESISTENCIA PROMEDIO 13,18  
 RESISTENCIA PROMEDIO CON PENETROMETRO F.S= 3 2,20

RESISTENCIA PROMEDIO DEL SUELO 2,20 Kgf/cm2

Avenida Pastrana Borrero - Carrera 1a. A.A. 385 y 974 - PBX 8754753 - Fax 8758890 - 8759124 - 8752374 - 8752436  
 www.usco.edu.co  
 NEIVA - HUILA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO: PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS GEOTECNIA BOCATOMA - DESARENADOR DEL DISTRITO DE RIEGO LLANO DE LA VIRGEN MPIO DE ALTAMIRA
LOCALIZACION: VEREDA SAN ANTONIO DEL PESCADO MUNICIPIO DE GARZON - HUILA
INGENIERA: OLGA PATRICIA GONZALEZ VALENCIANO
FECHA: 22 DE ENERO DE 2010
APIQUE No. 1

DENSIDAD SECA

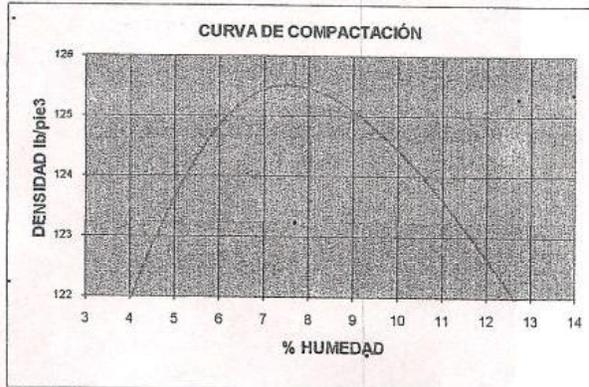
Table with 6 columns: ITEM, UNIDADES, NATURAL, 150 ml, 300ml, 450ml. Rows include Molde No, Peso molde + muestra compactada, Peso molde, Peso muestra compactada, Volumen muestra compactada, Densidad humeda, Humedad, and Densidad seca.

HUMEDAD

Table with 6 columns: MOLDE No, UNIDADES, A, B, C, D. Rows include W Cápsula + Suelo Húmedo, W Cápsula + Suelo Seco, Peso Cápsula, and Humedad.

RESULTADOS DEL ENSAYO

Table with 2 columns: Humedad (Optima, Densidad Seca Máxima) and values (7,50%, 125,5).



OBSERVACIONES:

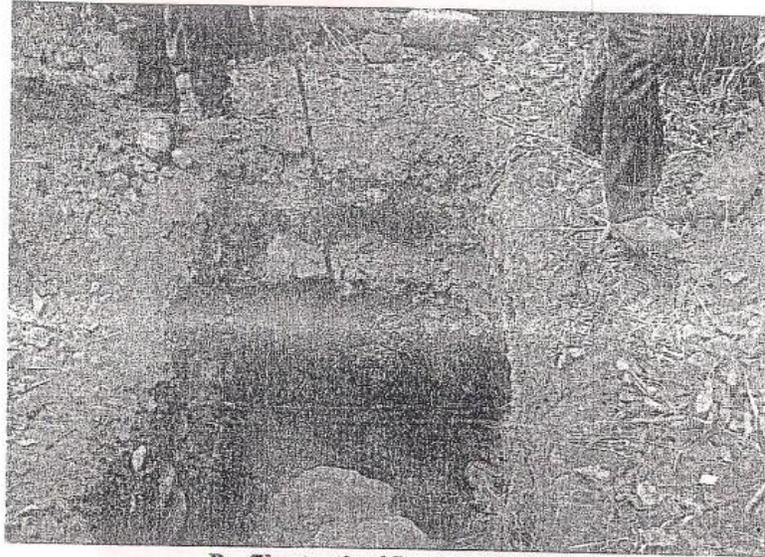
TOMA : Muestra extraida a 1,35 mts de profundidad del apique.



**Universidad Surcolombiana**

NIT 891.180.084-2

**REGISTRO FOTOGRÁFICO**



**Perfil estratigráfico del Apique.**



**Ensayo de Resistencia a la Penetración In Situ**

Avenida Pastrana Borrero - Carrera 1a. A.A. 385 y 974 - PBX 8754753 - Fax 8758890 - 8759124 - 8752374 - 8752436  
www.usco.edu.co  
NEIVA - HUILA

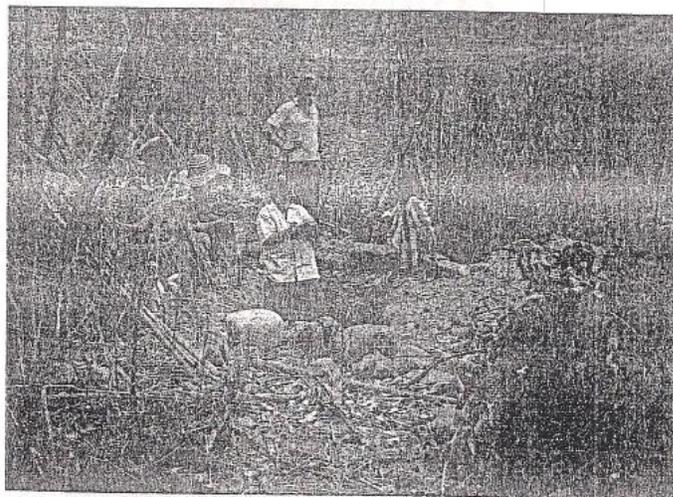


Universidad Surcolombiana

NIT 891.180.084-2



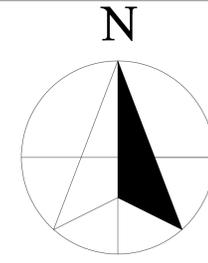
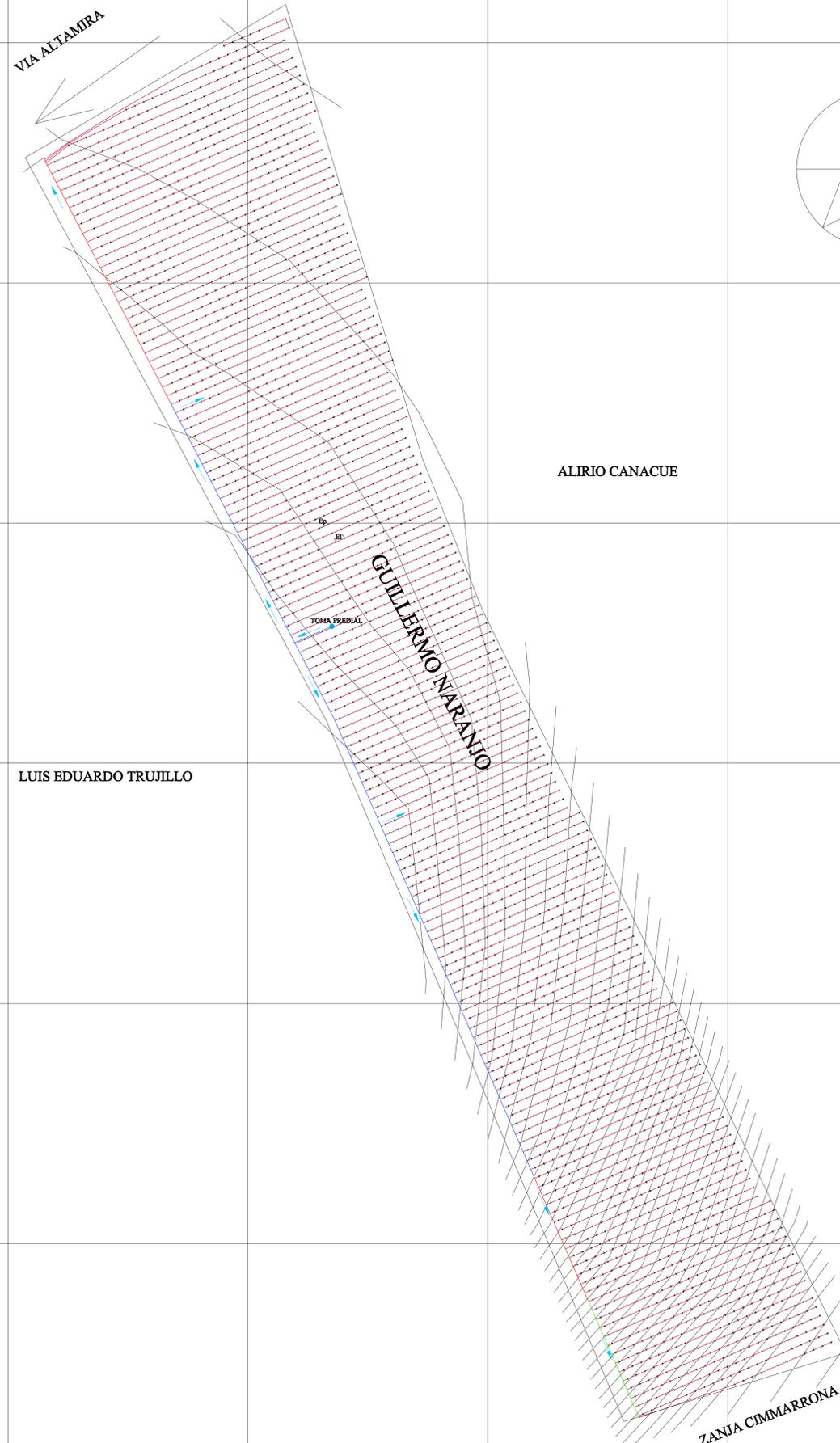
Descripción de perfiles Estratigráficos del Apique



Zona en donde se realizo el estudio. Apique ubicado a 9,80 mts de la orilla de la quebrada.

Avenida Pastrana Borrero - Carrera 1a. A.A. 385 y 974 - PBX 8754753 - Fax 8758890 - 8759124 - 8752374 - 8752436  
www.usco.edu.co  
NEIVA - HUILA

# **ANEXO C. PLANOS**



Unidades de Riego  
 por Turno: 1641 Goteros  
 Total Turnos: 2  
 El: Espacio entre emisores  
 sobre Lateral (4 m)  
 Ep: Espacio de Lateral  
 en la Ppal (4 m)

- Sentido de Flujo
- Tuberia PVC 1" RDE 26
- Tuberia PVC 3/4" RDE 26
- Manguera PR 12mm
- Punto Gotero
- Toma Predial

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**

**USCO**  
**NEIVA - HUILA**

*Proyecto:*  
**Diseño del Distrito de Riego  
 Llano De La Virgen  
 Mpio Altamira Dpto Huila**

*Contiene:*  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PREDIAL Y  
 DISEÑO SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO**

*Propietario:*  
**GUILLERMO NARANJO**

*Predio:*  
**Rancho Espinal**

*Localización Espacial:*  
**Vereda "Llano de la  
 Virgen", Municipio De  
 Altamira-Huila-Colombia**

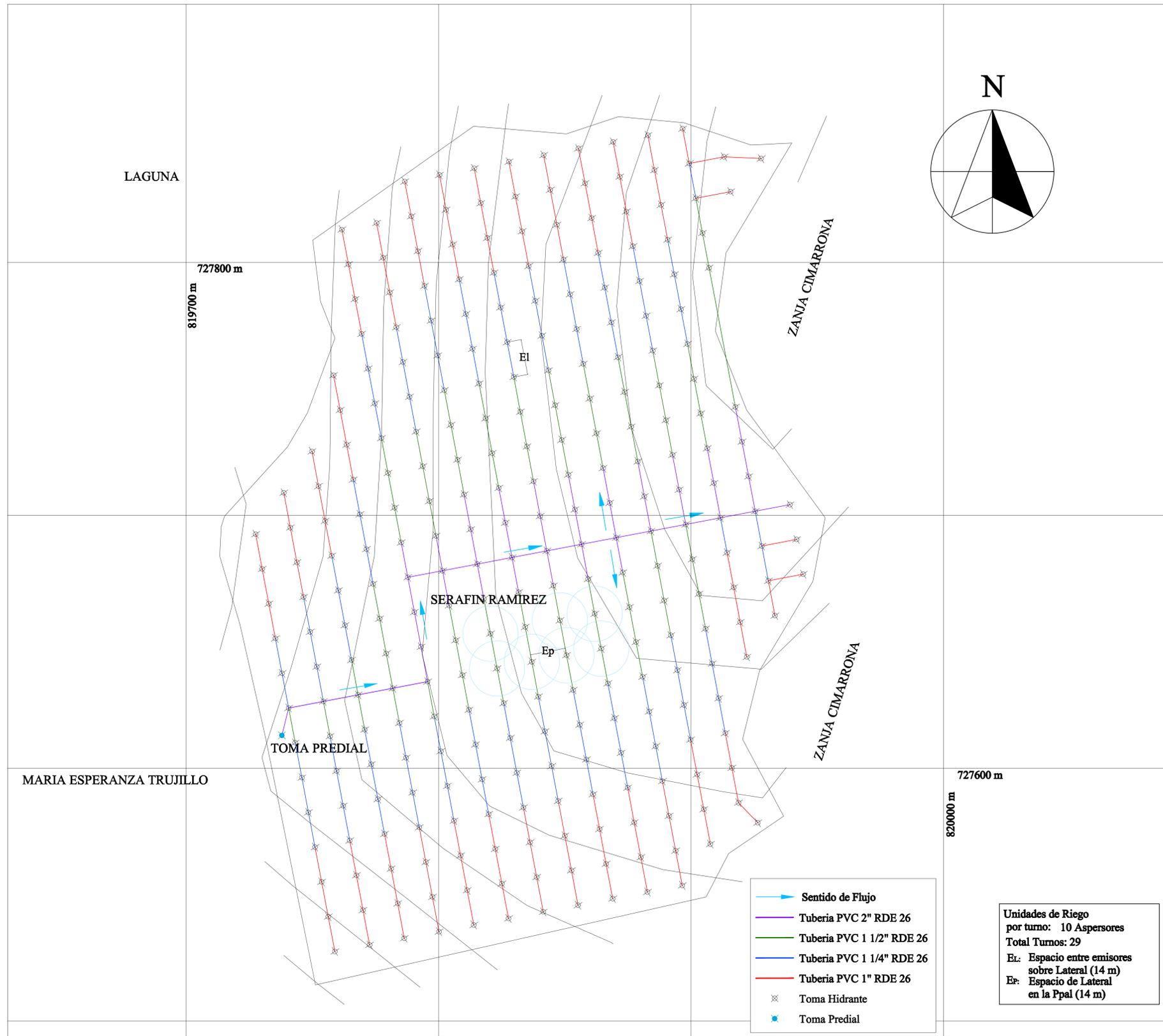
*Localización Geográfica:*  
**728957 mN  
 821835 mE**

*Uso Actual*  
**Maracuyá**

<i>Area:</i> <b>52305 M2</b>	<i>Escala:</i> <b>1 : 1000</b>
---------------------------------	-----------------------------------

*Dibujo:*  
**DIEGO ANDRES NARVAEZ TOVAR  
 COD. 2001201200**

*Plano N°:*  
**PD 2/2**



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**



**USCO  
NEIVA - HUILA**

Proyecto:  
**Diseño del Distrito de Riego  
Llano De La Virgen  
Mpio Altamira Dpto Huila**

Contiene:  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PREDIAL Y  
DISEÑO SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN**

Propietario:  
**SERAFIN RAMIREZ**

Predio:  
**Rancho Espinal**

Localización Espacial:  
**Vereda "Llano de la  
Virgen", Municipio De  
Altamira-Huila-Colombia**

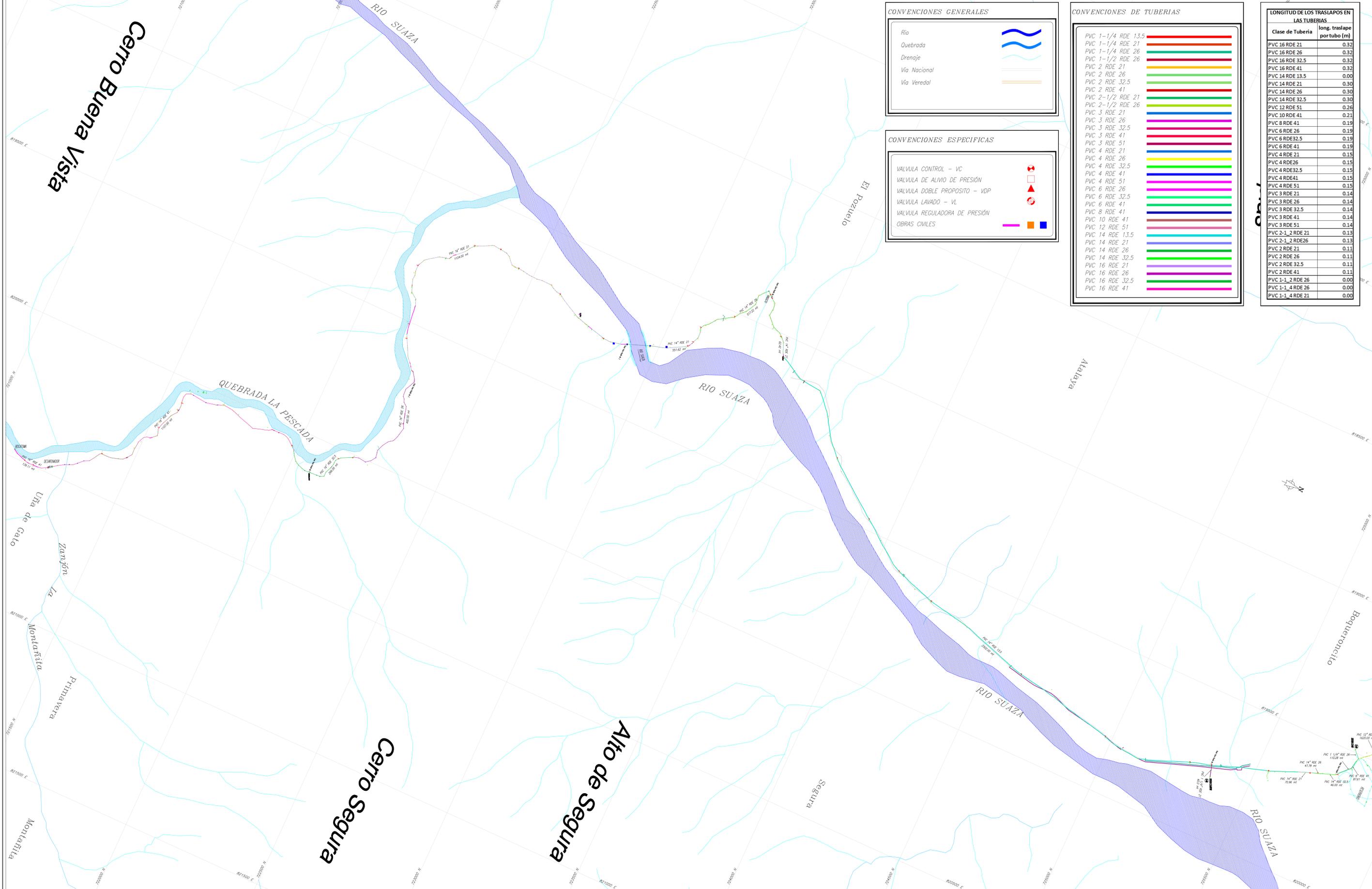
Localización Geográfica:  
**727613 mN  
819738 mE**

Uso Actual  
**PASTOS**

Area: <b>59202 M2</b>	Escala: <b>1 : 750</b>
--------------------------	---------------------------

Dibujo:  
**DIEGO ANDRES NARVAEZ TOVAR  
COD. 2001201200**

Plano N°:  
**PD 1/2**



**CONVENCIONES GENERALES**

Rio	
Quebrada	
Drenaje	
Via Nacional	
Via Veredal	

**CONVENCIONES ESPECIFICAS**

VALVULA CONTROL - VC	
VALVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN	
VALVULA DOBLE PROPOSITO - VDP	
VALVULA LAVADO - VL	
VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN	
OBRAS CIVILES	

**CONVENCIONES DE TUBERIAS**

PVC 1-1/4 RDE 13.5	
PVC 1-1/4 RDE 21	
PVC 1-1/4 RDE 26	
PVC 1-1/2 RDE 26	
PVC 2 RDE 21	
PVC 2 RDE 26	
PVC 2 RDE 32.5	
PVC 2-1/2 RDE 21	
PVC 2-1/2 RDE 26	
PVC 3 RDE 21	
PVC 3 RDE 26	
PVC 3 RDE 32.5	
PVC 3 RDE 41	
PVC 3 RDE 51	
PVC 4 RDE 21	
PVC 4 RDE 26	
PVC 4 RDE 32.5	
PVC 4 RDE 41	
PVC 4 RDE 51	
PVC 6 RDE 26	
PVC 6 RDE 32.5	
PVC 6 RDE 41	
PVC 6 RDE 51	
PVC 8 RDE 41	
PVC 10 RDE 41	
PVC 12 RDE 51	
PVC 14 RDE 13.5	
PVC 14 RDE 21	
PVC 14 RDE 26	
PVC 14 RDE 32.5	
PVC 16 RDE 21	
PVC 16 RDE 26	
PVC 16 RDE 32.5	
PVC 16 RDE 41	
PVC 16 RDE 51	

**LONGITUD DE LOS TRASLAPOS EN LAS TUBERIAS**

Clase de Tuberia	long. traslape portubo (m)
PVC 16 RDE 21	0.32
PVC 16 RDE 26	0.32
PVC 16 RDE 32.5	0.32
PVC 16 RDE 41	0.32
PVC 14 RDE 13.5	0.00
PVC 14 RDE 21	0.30
PVC 14 RDE 26	0.30
PVC 14 RDE 32.5	0.30
PVC 12 RDE 51	0.26
PVC 10 RDE 41	0.21
PVC 8 RDE 41	0.19
PVC 6 RDE 26	0.19
PVC 6 RDE 32.5	0.19
PVC 6 RDE 41	0.19
PVC 4 RDE 21	0.15
PVC 4 RDE 26	0.15
PVC 4 RDE 32.5	0.15
PVC 4 RDE 41	0.15
PVC 4 RDE 51	0.15
PVC 3 RDE 21	0.14
PVC 3 RDE 26	0.14
PVC 3 RDE 32.5	0.14
PVC 3 RDE 41	0.14
PVC 3 RDE 51	0.14
PVC 2-1_2 RDE 21	0.13
PVC 2-1_2 RDE 26	0.13
PVC 2 RDE 21	0.11
PVC 2 RDE 26	0.11
PVC 2 RDE 32.5	0.11
PVC 2 RDE 41	0.11
PVC 1-1_4 RDE 26	0.00
PVC 1-1_4 RDE 26	0.00
PVC 1-1_4 RDE 21	0.00



**Proyecto:** DISEÑO DEL DISTRITO DE RIEGO LLANO DE LA VIRGEN MPIO ALTAMIRA - DPTO DEL HUILA

**Contiene:** PLANTA GENERAL LINEAS DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION

**Proyecto Tipo:** AGRICOLA

**Diseño y Dibujo:** DIEGO ANDRES NARVAEZ TOVAR COD. 2001201200

**Asesor:** Ing. MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO Ing. Agrícola Esp. Ing de Irrigacion

**Fecha:** AGOSTO/2010

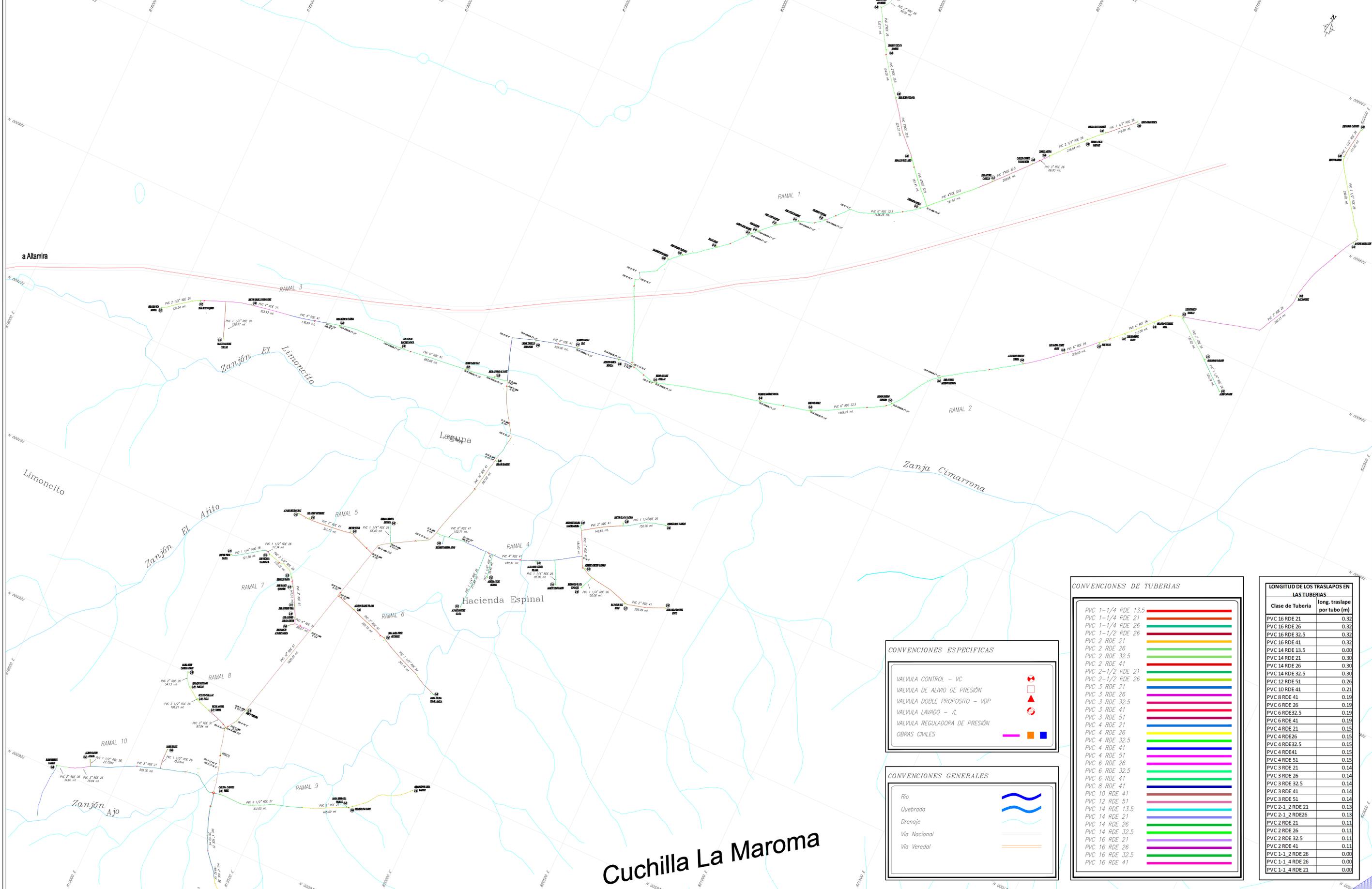
**Escala:** 1\_5000

**Observaciones:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**CONVENCIONES ESPECIFICAS**

VALVULA CONTROL - VC	
VALVULA DE ALIVIO DE PRESION	
VALVULA DOBLE PROPOSITO - VDP	
VALVULA LAVADO - VL	
VALVULA REGULADORA DE PRESION	
OBRAS CIVILES	

**CONVENCIONES GENERALES**

Rio	
Quebrada	
Drenaje	
Via Nacional	
Via Veredal	

**CONVENCIONES DE TUBERIAS**

PVC 1-1/4 RDE 13.5	
PVC 1-1/4 RDE 21	
PVC 1-1/4 RDE 26	
PVC 1-1/2 RDE 26	
PVC 2 RDE 21	
PVC 2 RDE 26	
PVC 2 RDE 32.5	
PVC 2 RDE 41	
PVC 14 RDE 21	
PVC 14 RDE 26	
PVC 14 RDE 32.5	
PVC 12 RDE 51	
PVC 10 RDE 41	
PVC 8 RDE 41	
PVC 6 RDE 26	
PVC 6 RDE 41	
PVC 3 RDE 21	
PVC 3 RDE 26	
PVC 3 RDE 32.5	
PVC 3 RDE 41	
PVC 3 RDE 51	
PVC 4 RDE 21	
PVC 4 RDE 26	
PVC 4 RDE 32.5	
PVC 4 RDE 41	
PVC 4 RDE 51	
PVC 6 RDE 26	
PVC 6 RDE 32.5	
PVC 6 RDE 41	
PVC 8 RDE 41	
PVC 10 RDE 41	
PVC 12 RDE 51	
PVC 14 RDE 13.5	
PVC 14 RDE 21	
PVC 14 RDE 26	
PVC 14 RDE 32.5	
PVC 16 RDE 21	
PVC 16 RDE 26	
PVC 16 RDE 32.5	
PVC 16 RDE 41	

**LONGITUD DE LOS TRASLAPOS EN LAS TUBERIAS**

Clase de Tubería	long. traslape por tubo (m)
PVC 16 RDE 21	0.32
PVC 16 RDE 26	0.32
PVC 16 RDE 32.5	0.32
PVC 16 RDE 41	0.32
PVC 14 RDE 13.5	0.00
PVC 14 RDE 21	0.30
PVC 14 RDE 26	0.30
PVC 14 RDE 32.5	0.30
PVC 12 RDE 51	0.26
PVC 10 RDE 41	0.21
PVC 8 RDE 41	0.19
PVC 6 RDE 26	0.19
PVC 6 RDE 32.5	0.19
PVC 6 RDE 41	0.19
PVC 4 RDE 21	0.15
PVC 4 RDE 26	0.15
PVC 4 RDE 32.5	0.15
PVC 4 RDE 41	0.15
PVC 4 RDE 51	0.15
PVC 3 RDE 21	0.14
PVC 3 RDE 26	0.14
PVC 3 RDE 32.5	0.14
PVC 3 RDE 41	0.14
PVC 3 RDE 51	0.14
PVC 2-1 2 RDE 21	0.13
PVC 2-1 2 RDE 26	0.13
PVC 2 RDE 21	0.11
PVC 2 RDE 26	0.11
PVC 2 RDE 32.5	0.11
PVC 2 RDE 41	0.11
PVC 1-1 2 RDE 26	0.00
PVC 1-1 4 RDE 26	0.00
PVC 1-1 4 RDE 21	0.00



**Proyecto:** DISEÑO DEL DISTRITO DE RIEGO LLANO DE LA VIRGEN MPIO ALTAMIRA - DPTO DEL HUILA

**Contiene:** PLANTA GENERAL LINEAS DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION

**Proyecto Tipo:** AGRICOLA

**Diseño y Dibujo:** DIEGO ANDRES NARVAEZ TOVAR COD. 2001201200

**Asesor:** Ing. MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO Ing. Agricola Esp. Ing de Irrigacion

**Fecha:** AGOSTO/2010

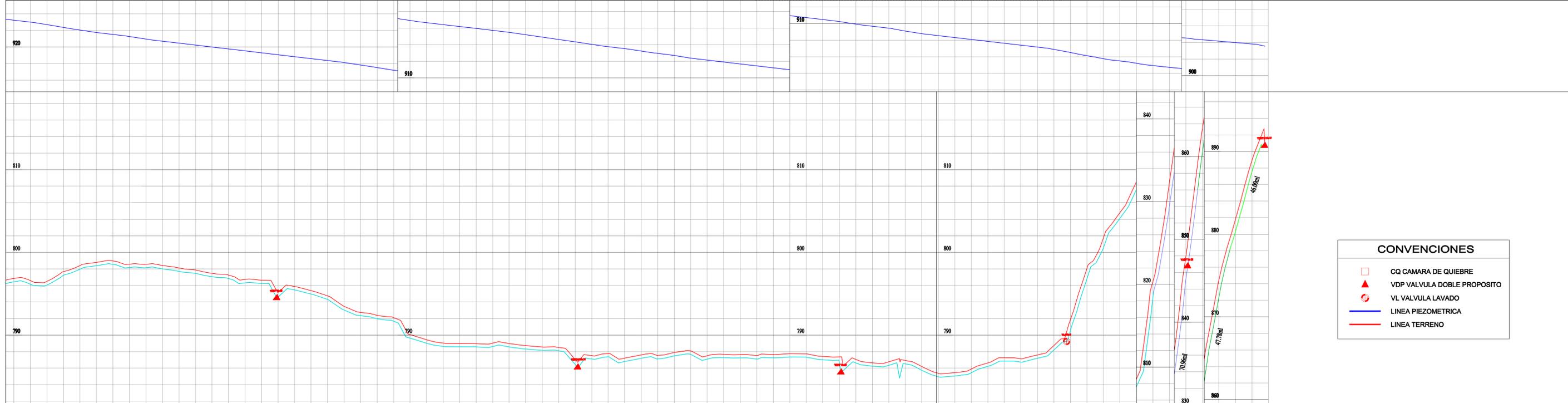
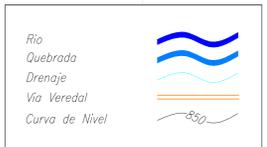
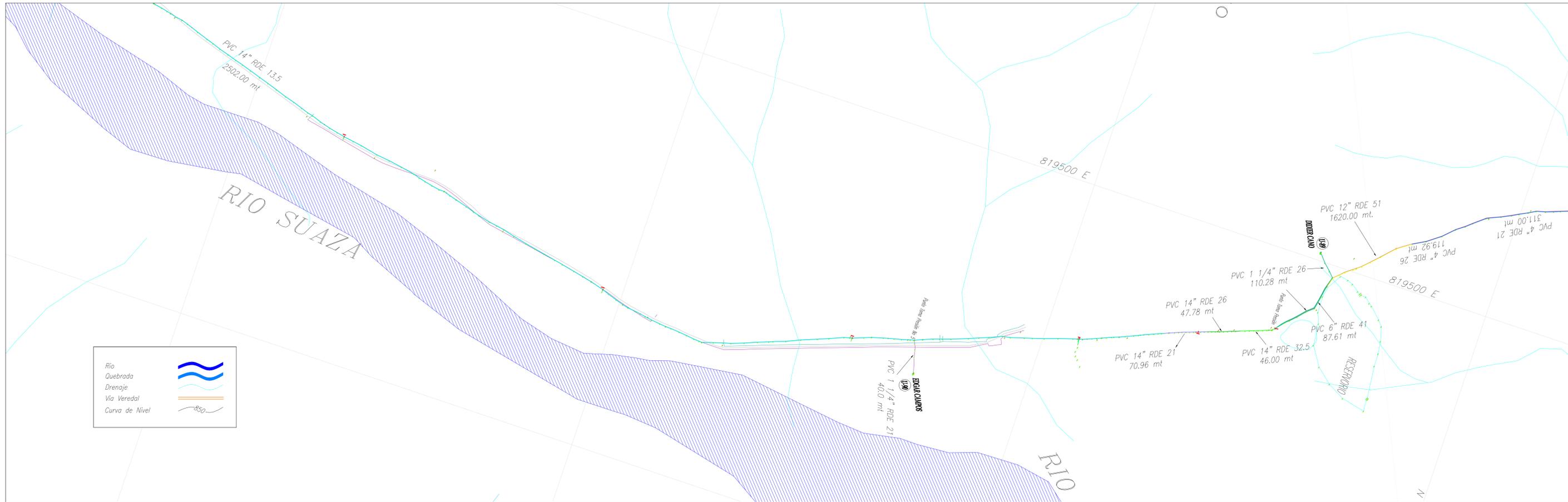
**Escala:** 1\_5000

**Observaciones:**









**CONVENCIONES**

- CQ CAMARA DE QUIEBRE
- ▲ VDP VALVULA DOBLE PROPOSITO
- VL VALVULA LAVADA
- LINEA PIEZOMETRICA
- LINEA TERRENO

ESTACION	ALTURA	ESTACION	ALTURA	ESTACION	ALTURA	ESTACION	ALTURA
5140	796.34	5160	795.97	5180	796.43	5200	797.68
5180	796.43	5200	797.68	5220	798.39	5240	798.11
5240	798.39	5260	798.11	5280	798.23	5300	798.23
5300	798.23	5320	798.23	5340	798.23	5360	798.23
5360	798.23	5380	798.23	5400	798.23	5420	798.23
5420	798.23	5440	798.23	5460	798.23	5480	798.23
5480	798.23	5500	798.23	5520	798.23	5540	798.23
5540	798.23	5560	798.23	5580	798.23	5600	798.23
5600	798.23	5620	798.23	5640	798.23	5660	798.23
5660	798.23	5680	798.23	5700	798.23	5720	798.23
5720	798.23	5740	798.23	5760	798.23	5780	798.23
5780	798.23	5800	798.23	5820	798.23	5840	798.23
5840	798.23	5860	798.23	5880	798.23	5900	798.23
5900	798.23	5920	798.23	5940	798.23	5960	798.23
5960	798.23	5980	798.23	6000	798.23	6020	798.23
6020	798.23	6040	798.23	6060	798.23	6080	798.23
6080	798.23	6100	798.23	6120	798.23	6140	798.23
6140	798.23	6160	798.23	6180	798.23	6200	798.23
6200	798.23	6220	798.23	6240	798.23	6260	798.23
6260	798.23	6280	798.23	6300	798.23	6320	798.23
6320	798.23	6340	798.23	6360	798.23	6380	798.23
6380	798.23	6400	798.23	6420	798.23	6440	798.23
6440	798.23	6460	798.23	6480	798.23	6500	798.23
6500	798.23	6520	798.23	6540	798.23	6560	798.23
6560	798.23	6580	798.23	6600	798.23	6620	798.23
6620	798.23	6640	798.23	6660	798.23		



**Proyecto:** DISEÑO DEL DISTRITO DE RIEGO LLANO DE LA VIRGEN  
MPIO ALTAMIRA - DPTO DEL HUILA

**Contiene:** PLANTA PERFIL CONDUCCION PRINCIPAL  
K5+140 AL K6+660

**Proyecto Tipo:** AGRICOLA

**Diseño y Dibujo:** DIEGO ANDRES NARVAEZ TOVAR  
COD. 2001201200

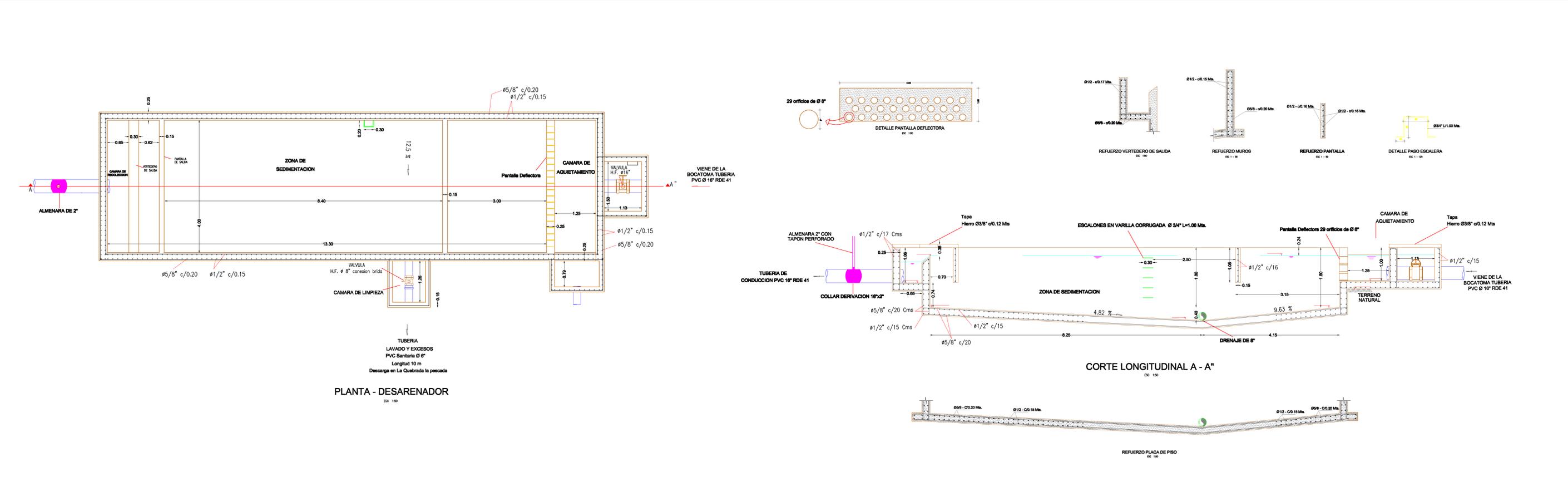
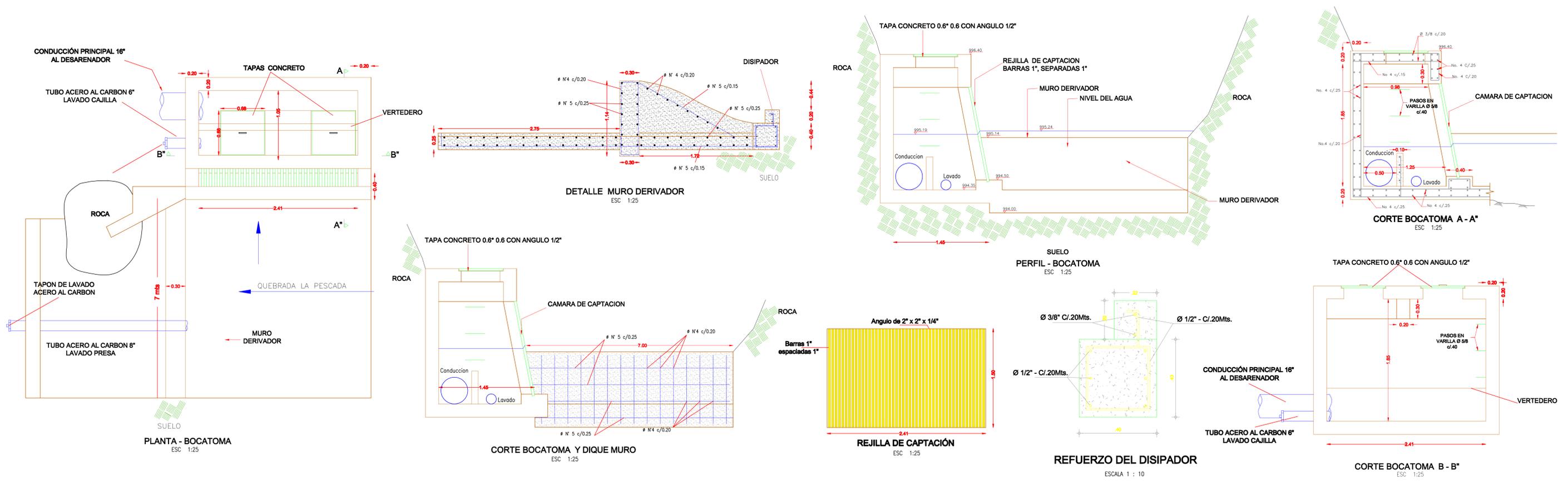
**Asesor:** Ing. MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO  
Ing. Agrícola Esp. Ing de Irrigacion

**Fecha:** AGOSTO/2010

**Escala:** 1\_2000 H = 1\_2000  
V = 1\_200

**Observaciones:**

**Plano No:** PP  
4/4



<p><b>UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA</b> USCO NEIVA - HUILA</p>	<b>Proyecto:</b> DISEÑO DEL DISTRITO DE RIEGO LLANO DE LA VIRGEN MPIO ALTAMIRA - DPTO DEL HUILA	<b>Proyecto Tipo:</b> AGRICOLA	<b>Asesor:</b> Ing. MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO Ing. Agrícola Esp. Ing de Irrigacion		<b>Observaciones:</b>   	<b>Plano No:</b> BD 1/1
	<b>Contiene:</b> DETALLES CONSTRUCTIVOS BOCATOMA - DESARENADOR	<b>Diseño y Dibujo:</b> DIEGO ANDRES NARVAEZ TOVAR COD. 2001201200	<b>Fecha:</b> AGOSTO/2010	<b>Escala:</b> SIN_ESCALA		