

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE  
LA VEREDA SAN BENITO DEL MUNICIPIO DE SIBATÉ, CUNDINAMARCA.

LINA MARCELA ARANDA PIZA  
CARLOS ANDRES VARON BONILLA



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.  
2015

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE  
LA VEREDA SAN BENITO DEL MUNICIPIO DE SIBATÉ, CUNDINAMARCA.

LINA MARCELA ARANDA PIZA  
CARLOS ANDRES VARON BONILLA

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

Ing. Miguel Hernández  
Asesor Disciplinar

Lic. Roy W Morales  
Asesor Metodológico

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.  
2015

## Contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>10</b>
<b>2. JUSTIFICACION</b> .....	<b>11</b>
<b>3. ANTECEDENTES</b> .....	<b>12</b>
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	14
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>5. MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>15</b>
5.1 MARCO CONCEPTUAL .....	15
5.1.1 <i>Acueducto</i> .....	15
5.1.1.1 <i>Sistema de acueducto por gravedad</i> .....	16
5.1.1.2 <i>Sistema de acueducto por bombeo</i> .....	16
5.1.1.3 <i>Fuente de abastecimiento</i> .....	16
5.1.1.4 <i>Obras de captación</i> .....	16
5.1.1.5 <i>Línea de aducción</i> .....	16
5.1.1.6 <i>Desarenador</i> .....	16
5.1.1.7 <i>Línea de conducción</i> .....	16
5.1.1.8 <i>Planta de tratamiento</i> .....	17
5.1.1.9 <i>Tanque de almacenamiento</i> .....	17
5.1.1.10 <i>Línea de distribución</i> .....	17
5.1.2 <i>Métodos de proyección poblacional</i> .....	17
5.2 MODELACIÓN HIDRÁULICA Y SOFTWARE EPANET .....	21
<b>6. MARCO GEOGRAFICO</b> .....	<b>21</b>
6.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	21
6.1.1 TOPOGRAFÍA .....	22
6.1.2 HIDROGRAFÍA .....	23
<input type="checkbox"/> <i>Quebrada Honda</i> .....	24
<input type="checkbox"/> <i>Quebrada Hungría</i> .....	24
<input type="checkbox"/> <i>Quebrada San Benito</i> .....	24
<input type="checkbox"/> <i>Quebrada el Soche</i> .....	24
6.1.3 GEOLOGÍA .....	24
6.1.3.1 <i>Geología Estructural</i> .....	26
<input type="checkbox"/> <i>Falla de Sibaté</i> .....	26
<input type="checkbox"/> <i>Falla de Soacha</i> .....	26

□ <i>Falla de Chusacá</i> .....	26
DEMOGRAFIA.....	26
<b>7. DISEÑO METODOLOGICO.....</b>	<b>29</b>
7.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACION.....	29
7.2. TIPO DE INVESTIGACION.....	29
<i>Fase I. Análisis de la situación actual del acueducto de la vereda San Benito.</i> .....	29
<i>Fase II. Diseño de la red de distribución del sistema de acueducto.</i> .....	30
<i>Fase III. Realizar la modelación hidráulica y entrega de resultados.</i> .....	30
<b>8. RESULTADOS.....</b>	<b>31</b>
8.1 FASE I.....	31
SITUACIÓN ACTUAL.....	31
8.2 FASE II.....	33
<i>Calculo de la población.</i> .....	35
<i>Proyección de la Población.</i> .....	36
<i>Diseño de la red de distribución desde la planta de tratamiento hasta San Benito poblado.</i> .....	41
8.3.    DISEÑO DE LAS MALLAS SAN BENITO POBLADO.....	78
8.3.1 <i>Rugosidad absoluta Ks.</i> .....	78
8.1.1. <i>Velocidad.</i> .....	79
8.3.2. <i>Numero de Reynolds</i> .....	79
8.3.3. <i>Factor de fricción con el método de Convergencia de Newton</i> .....	79
.....	79
8.3.4. <i>Sumatoria de pérdidas totales</i> .....	81
8.3.5. <i>Corrección de caudales</i> .....	82
.....	84
8.4.    FASE III.....	88
8.4.2. <i>Modelación Hidráulica.</i> .....	88
<b>9. CONCLUSIONES.....</b>	<b>92</b>
<b>10 BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>93</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>	<b>94</b>

## Lista de Figuras

Figura 1 Esquema De Acueducto.....	12
Figura 2 Ubicación Geográfica De La Vereda San Benito.....	18
Figura 3 Topografía De La Zona.....	19
Figura 4 Hidrografía De La Zona.....	20
Figura 5 Mapa Geológico De La Zona.....	21
Figura 6 Viviendas De La Zona .....	22
Figura 7. Punto de captación.....	9
Figura 8. Tanque Desarenador.....	9
Figura 9. Planta de tratamiento y filtros.....	10
Figura 10. Líneas de conducción en la actualidad.....	10
Figura 11. Perfil longitudinal de presión desde la planta de tratamiento a San Benito poblado.....	59
Figura 22. Perfil longitudinal de presión desde la planta de tratamiento hasta el sector el Jazmín.....	59
Figura 33. Perfil longitudinal de presión desde la planta de tratamiento hasta el sector de Santa rosa.....	60
Figura 14. Perfil longitudinal de las costas desde la planta de tratamiento a San Benito Poblado.....	60
Figura 15. Perfil longitudinal de las costas desde la planta de tratamiento hasta el sector el Jazmín .....	61
Figura 16. Perfil longitudinal de las costas desde la planta de tratamiento hasta el sector de Santa Rosa .....	61

Figura 15. Perfil longitudinal del gradiente hidráulico de la planta hasta San Benito poblado.....62

Figura 18. Perfil longitudinal del gradiente hidráulico de la planta hasta el sector el Jazmín.....62

Figura 19. Perfil longitudinal del gradiente hidráulico de la planta hasta el sector de Santa Rosa.....63

## Lista de Tablas

Tabla 1 Método de cálculo permitido según el nivel de complejidad del sistema para la proyección de población.....	14
Tabla 2 Dotación por habitante según el nivel de complejidad del sistema.....	17
Tabla 3 Normas legales.....	23
Tabla 4 población.....	33
Tabla 5 población proyectada hasta el año 2039 .....	35
Tabla 6. Resumen de diseño Tramo principal.....	41
Tabla 5. Población proyectada hasta el año 2039 .....	38
Tabla 6. Resumen de diseño planta de tratamiento tanque 1.....	43
Tabla 7. Tanque 1 – Cámara de Quiebre Perrera.....	44
Tabla 8. Diseño Cámara de Quiebre Perrera – Cámara de Quiebre Acrílicos.....	48
Tabla 9. Diseño Cámara de Quiebre Acrílicos – Cámara de Quiebre Lobos.....	51
Tabla 10. Diseño Cámara de Quiebre Lobos – Cámara de Quiebre Paisas.....	54
Tabla 11. Diseño Cámara de Quiebre Paisas – Cámara de Quiebre Jazmín.....	56
Tabla 12. Diseño Cámara de Quiebre Jazmín - Nodo 1.....	59
Tabla 13. Diseño Tanque Llanitos – Cámara De Quiebre Llanitos.....	62
Tabla 14. Diseño Cámara De Quiebre Llanitos–Cámara De Quiebre San Benito Alto.....	65
Tabla 15. Diseño Cámara De Quiebre San Benito Alto – Cámara De Quiebre San Benito.....	68
Tabla 16. Resumen de diseño entre interseccion1 y casa15.....	70
Tabla 17. Resumen de diseño interseccion2- Casa 20.....	74





## INTRODUCCIÓN

En Colombia el agua es un derecho fundamental y es deber del estado crear las pautas necesarias para garantizar el líquido de forma suficiente y con calidad aceptable. Sin embargo hay muchos pueblos en donde el agua es apenas un líquido con sedimentos que se utiliza para el consumo humano. Este problema se da porque para las administraciones departamentales este no es un problema de interés prioritario.

En el estudio ENA 2014 encontramos que nuestro país cuenta con un rendimiento hídrico que esta seis veces por encima del mundial y tres veces por encima del de Latinoamérica, sin embargo en donde se encuentra el 82% de la población apenas se cuenta con el 21% de aguas superficiales, es por esto que hay muchas poblaciones con déficit en el suministro del líquido<sup>1</sup>.

Las poblaciones mantienen una tasa de crecimiento natural al igual que el diseño de los sistemas de acueducto, sin embargo hay muchos acueductos que han superado su capacidad y es necesaria la optimización para el mejoramiento de la calidad y cantidad del líquido entregado. Estos problemas son a menudo debido a que los acueductos son privados y estos no cuentan con el capital suficiente para hacer las modificaciones necesarias.

El diseño de la red de distribución del sistema de acueducto de la Vereda San Benito en Sibaté Cundinamarca, surge debido a que en los predios en donde se encuentra la línea de distribución se realiza la explotación de agregados pétreos; debido a esto la línea sufre daños constantemente dejando sin suministro de agua potable a la población. De acuerdo a este problema se hace necesario trasladar la línea de distribución a la carretera rural que comunica el sector. Por otro lado teniendo en cuenta que se deben minimizar al máximo los costos del proyecto se aprovecharan en lo posible las obras de infraestructura existentes.

Una vez realizo el diseño de la red de distribución se modelara en un programa de computador con el fin de verificar que los cálculos cumplen con el trabajo realizado en la etapa de diseño, esto dará un panorama más amplio de comportamiento del sistema.

---

<sup>1</sup> CORTE CONSTITUCIONAL, Sentencia T-740/11, Derecho Fundamental al agua concepto y fundamento, Bogotá, (2015) En línea, Recuperado 13- Agosto-2015, Disponible en: URL. <http://goo.gl/l6plsB>

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la década de los 80's cuarenta familias de la Vereda de San Benito se asociaron para construir un sistema de acueducto, que diera solución al problema de abastecimiento de agua que tenían debido a que llevaban muchos años tomando el líquido directamente de las quebradas por medio de sistemas artesanales.

En el momento de la construcción del acueducto la forma más económica era pasar la línea de distribución por cada uno de los terrenos a los cuales se iba a suministrar el agua, y como lo que se necesitaba era crear una solución a bajo costo esto no sería problema; además, en su momento el desarrollo económico dependía de la agricultura y ganadería y contar con la línea de suministro en el terreno sería una garantía para mantener cultivos y animales.

Sin embargo, años más adelante estos terrenos fueron divididos y vendidos, los nuevos dueños que vieron en la explotación de agregados pétreos una nueva forma de mejorar su economía, en el proceso de explotación las líneas de conducción y distribución empezaron a sufrir averías, debido a que en el movimiento de tierra las tuberías quedaban enterradas sin permitir identificar el punto exacto del daño y se debía trazar una nueva ruta dentro de los predios para dar solución al problema.

Por otro lado en los últimos 15 años el acueducto ha sufrido grandes mejoras como la implementación de una planta compacta, la construcción de 2 tanques de distribución, 6 cámaras de quiebre y por último, en el año 2008 un tanque de 40m<sup>3</sup> para el sector el Hoyito donde se han construido viviendas nuevas.

Hoy en día el acueducto sirve a un aproximado de 1650 personas en los sectores de: San Benito Poblado, El Jazmín, El Hoyito y la parte rural; sin embargo, debido a los problemas que se presentan en la propiedades que se dedican a la explotación minera estas comunidades quedan sin el abastecimiento del líquido cuando las líneas de suministro son afectadas.

Teniendo en cuenta lo anterior se formula la siguiente pregunta de investigación

¿Cuál es el diseño óptimo de la red de distribución del sistema de acueducto de la vereda de San Benito en el Municipio de Sibaté Cundinamarca??

## 2. JUSTIFICACION

Las canteras generan empleo para los habitantes de la región y grandes dividendos económicos para los propietarios. Sin embargo la explotación indiscriminada de estas minas y la falta de implementación de un plan de recuperación ambiental están condenando las tierras que antes eran utilizadas para la agricultura y la ganadería a la extinción

Por otro lado la construcción de viviendas en la vereda San Benito está reglamentada por la alcaldía de Sibaté Cundinamarca, y la junta administradora local ejerce el papel de veedor, esto ha permitido que el crecimiento de la población sea en forma ordenada.

El diseño de la red de distribución del acueducto de la Vereda San Benito beneficiará al sector rural y al casco urbano de la vereda, este permitirá que el suministro de agua potable sea óptimo para el consumo humano, además el diseño se hará con una proyección de 25 años lo cual garantizará el suministro de agua para la población futura; otra de las ventajas que tendrá, será que la línea de distribución contará con un nuevo trazado y tendrá como alineación la carretera terciaria que comunica la zona rural con la planta de potabilización esto beneficiara a los propietarios de los predios y a los habitantes del sector debido a que el mantenimiento la red de acueducto será más fácil y no se verá afectada por los ejercicios de la explotación minera.

### 3. ANTECEDENTES

La unión temporal estudios hidráulicos Departamento de Caldas<sup>2</sup> realizó los estudios y diseños con el fin de optimizar el funcionamiento del sistema de acueducto para la cabecera municipal de Aránzazu, Caldas. La unión temporal dividió el estudio en tres fases:

Fase I Diagnóstico: Durante esta fase la unión temporal analizó toda la información obtenida por parte de la empresa prestadora del servicio públicos, dentro de ella se encontró número de usuarios, dimensiones de la bocatoma, desarenador, línea de aducción, conducción, planta de tratamiento, y tanque de almacenamiento, además se realizó una visita de campo para detallar el estado el sistema actual.

Fase II Diseño: En la etapa de diseño se hizo la proyección de la población para un periodo de diseño de 25 años debido a que el nivel de complejidad asignado fue bajo según el RAS 2000; por otro lado se tuvieron en cuenta los estudios topográficos realizados en el año 2004 que se relacionan en el “Plan Maestro del Acueducto” Municipio de Aránzazu para poder realizar el diseño de la línea conducción, además se realizaron estudios geotécnicos en la zona con el fin de establecer los materiales en las áreas estudiadas en el Municipio.

Fase III Presentación de resultados: en esta etapa la unión temporal presentó las memorias de cálculo del sistema de acueducto de Aránzazu dentro de los cuales están el diseño del canal de aducción, dimensionamiento del tanque, desarenador, y modelación de la bocatoma.

De otra parte Roa<sup>3</sup> Desarrolló un trabajo que tenía como objetivo el diseño del sistema de acueducto de la Vereda el Retiro en el municipio de Santa María Boyacá; este diseño estaba orientado a dar solución a los problemas de abastecimiento que tenía la vereda; como primera medida se recopiló la información socioeconómica del sector para determinar cuáles eran las necesidades reales, este paso dio a conocer que la comunidad sufre de problemas de abastecimiento en épocas de sequía debido a que la fuente de abastecimiento

---

<sup>2</sup> UNION TEMPORAL ESTUDIOS HIDRAULICOS DEPARTAMENTO DE CALDAS, Aranzázu (noviembre de 2010) Estudios y diseños de acueducto y saneamiento básico en los Municipios del departamento de caldas zona 2 Aranzázu, cabecera municipal. En línea, Recuperado 07- Septiembre-2015, Disponible en: URL. <http://goo.gl/T6pbYX>

<sup>3</sup> UNIVERSIDAD DE LA SALLE, Bogotá ( 2008) Diseño acueducto vereda el retiro, En línea, Recuperado 16 marzo de 2015, Disponible en URL, <http://goo.gl/BsepBG>

no cuenta con el caudal suficiente en estas épocas del año, por otro lado la comunidad en esta época debe transportar el agua desde poblados vecinos en condiciones de salubridad deplorables que comprometen la salud de los habitantes; el segundo paso se dedicó al diagnóstico del sistema de acueducto en el cual se pudo evidenciar que la fuente de abasto no contaba con el caudal suficiente para satisfacer las necesidades a la comunidad, luego de esto se realizaron los estudios topográficos e hídricos con el fin de establecer la fuente de la cual se iba alimentar el nuevo sistema. Los resultados concluyeron en el diseño del nuevo sistema de acueducto el cual consta de: proyecciones de población futura, caudales de diseño, diseño de la canaleta de aducción, rejillas, diseño de la línea de conducción, Bocatoma, desarenador. etc.

Finalmente en el trabajo de Meneses<sup>4</sup> la metodología para el diseño del sistema de acueducto consta de un diagnóstico en el cual se plasma la información suministrada por la junta administradora local de la vereda, en ella se obtienen datos como el censo del sector, cobertura del servicio de agua potable y condiciones socioeconómicas del sector; luego de esto se realizó un visita al sitio en donde se hace la captación de agua cruda. En este reconocimiento se describe la geología, hidrografía y demás aspectos físicos de la zona en estudio,

Otros de los puntos que trata el estudio es la deficiencia del sistema de acueducto en épocas de sequía debido a que la canaleta de aducción no suministra la suficiente cantidad de agua al acueducto. Basados en estos problemas se adopta una población de diseño para iniciar con el diseño del sistema de acueducto y se realizan los cálculos correspondientes de la canaleta de aducción, tanques de almacenamiento y línea de conducción.

Los estudios que se han consultado abordan el problema, desde diferentes ámbitos, como lo son el socioeconómico, hídrico, geológico y topográfico y demás aspectos físicos de la zona, por último se realizan los diseños teniendo como parámetro inicial el –RAS 2000, una vez obtenidos las poblaciones de diseño se procede a realizar el cálculo de los caudales y por último el diseño de las obras de infraestructura.

---

<sup>4</sup> MENESES QUINTERO REINALDO, Bogotá (enero de 2011) Estudios y diseños para la optimización y el mejoramiento del sistema de acueducto de la vereda San Benito. En línea, Recuperado 07- Septiembre-2014.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar de la red de distribución del sistema de acueducto de la vereda San Benito Municipio de Sibaté Cundinamarca.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

4.2.1 Analizar el estado actual del sistema de acueducto de la vereda San Benito, Municipio de Sibaté.

4.2.2 Proponer el trazado de la línea de distribución del sistema de acueducto del sector de estudio

4.2.3 Rediseñar la red de distribución del sistema de acueducto de la Vereda San Benito Municipio Sibaté,

4.2.4 Realizar la modelación hidráulica para la red de distribución del sistema de acueducto de la vereda San Benito.

## 5. MARCO REFERENCIAL

### 5.1 MARCO CONCEPTUAL

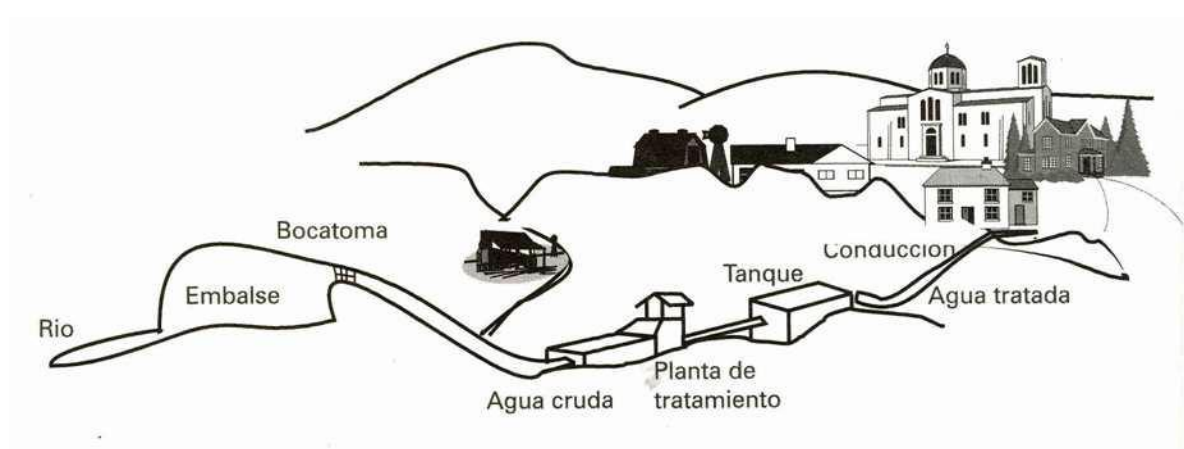
#### 5.1.1 Acueducto

Es un sistema artificial de irrigación continuo, que permite transportar el agua desde la zona de “origen” o captación, hacia una zona de consumo ya sea, humano, riego de cultivos o ganadería, el sistema de puede ser por gravedad o bombeo esto depende de las condiciones en donde se encuentre la fuente de abastecimiento y la población a servir.

El sistema de acueducto está conformado por los dos partes, una de ellas es la física aquí se cuentan con obras civiles, equipos y sistemas de conducción del líquido, la otra es la parte química, en donde por medio de una serie de procesos el agua es tratada para el consumo humano,

El diseño, construcción y administración del acueducto se deben planificar para garantizar que los usuarios cuenten con agua en óptimas condiciones de salubridad y en las cantidades necesarias.

Figura 1. Esquema de Acueducto<sup>5</sup>.



<sup>5</sup> SISTEMA DE BIBLIOTECAS SENA, Operación y mantenimiento de plantas de potabilización de agua, Pág. 72, (1999), En línea, Recuperado 16 marzo de 2015, Disponible en URL, <http://goo.gl/X1sOlv>

#### 5.1.1.1 Sistema de acueducto por gravedad<sup>6</sup>

En este modelo el sistema puede abastecer a la población por medio de las diferencias de alturas que existen entre los tanques de almacenamiento y la población, aquí solo es necesario válvulas para controlar el paso del líquido.

#### 5.1.1.2 Sistema de acueducto por bombeo

Cuando la fuente de abastecimiento se encuentra a una altura por debajo de la población es necesario impulsar el agua para poder hacer el suministro, esta impulsión se realiza por medio de bombas.

#### 5.1.1.3 Fuente de abastecimiento

Es la microcuenca de donde se va a tomar el agua para el sistema de acueducto, esta debe contar con los caudales suficientes para abastecer la demanda incluso en épocas de sequía.

#### 5.1.1.4 Obras de captación

Son estructuras construidas en la fuente de abastecimiento que permiten el desvío de los caudales demandados por la población para ser tratados.

#### 5.1.1.5 Línea de aducción

Son las tuberías o canaletas que transportan el agua desde la obra de captación hasta el desarenador. Dependiendo de la topografía del lugar a veces es necesario transportar el agua por túneles.

#### 5.1.1.6 Desarenador

Su función es sedimentar la materia orgánica que transportan ríos y quebradas de donde se toma el agua para evitar daños en válvulas y demás partes del sistema.

#### 5.1.1.7 Línea de conducción

Son las obras que transportan el agua del desarenador a la planta de tratamiento este transporte se puede realizar por medio de canales o tuberías dependiendo de las necesidades.

---

<sup>6</sup> HENAO R. ALEJANDRA, Modelo óptimo del sistema interconectado de acueducto de empresas públicas de Medellín Componentes del sistema de acueducto, , En línea, Recuperado 16 marzo de 2015, Disponible en URL, <http://goo.gl/W1n4gf>



#### 5.1.1.8 Planta de tratamiento.

Está conformada por una serie de dispositivos que permiten dotar al agua de las características necesarias para el consumo humano. Esto se realiza por medio de una serie de procesos dentro los cuales se encuentran, la floculación, sedimentación, filtración, desinfección entre otros.

#### 5.1.1.9 Tanque de almacenamiento

Una vez el agua es tratada se almacena en tanques para poder garantizar la demanda del líquido en horas pico, con esta reserva se pueden realizar reparaciones al sistema sin la necesidad del interrumpir el suministro

#### 5.1.1.10 Línea de distribución

Está conformada por las tuberías, registros, válvulas, y accesorios que entregan el agua a cada uno de los suscriptores

### 5.1.2 Métodos de proyección poblacional

Para llevar a cabo la proyección de la población objeto del diseño, se deben tener en cuenta las proyecciones del DANE hasta el año en que éstas se encuentren disponibles. El último dato de población disponible en el DANE se debe tomar como un último censo en el proceso de proyección de la población.

El método de cálculo para la proyección de la población depende del nivel de complejidad del sistema según se muestra en la tabla B.2.1. Se calculará la población utilizando uno cualquiera de los siguientes modelos matemáticos: aritmético, geométrico y exponencial, seleccionando el modelo que mejor se ajuste al comportamiento histórico de la población. Los datos de población deben estar ajustados con la población flotante y la población migratoria. En caso de falta de datos se recomienda la revisión de los datos de la proyección con los disponibles en poblaciones cercanas que tengan un comportamiento similar al de la población en estudio.

Tabla 1 Método de cálculo permitido según el nivel de complejidad del sistema para la proyección de población

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA.				
Método por emplear.	Bajo	Medio	Medio alto	Alto
Aritmético, geométrico y exponencial.	x	x		
Aritmético, geométrico, exponencial y otros.			x	X
Por componentes (Demográfico).			x	X
Detallar por zonas y detallar por densidades.			x	X
Método gráfico.	x	x		

RAS 2000, pág. B30.

5.1.2.1 El método **aritmético** supone un crecimiento vegetativo balanceado por la mortalidad y la emigración. La ecuación para calcular la población proyectada es la siguiente:

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} * (T_f - T_{uc})$$

Ecuación 1.

Dónde:

- Pf= Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la Proyección (habitantes).
- Puc= Población correspondiente a la proyección del DANE (habitantes).
- Pci= Población correspondiente al censo inicial con información (habitantes).
- Tuc= Año correspondiente al último año proyectado por el DANE.
- Tci= Año correspondiente al censo inicial con información.
- Tf= Año al cual se quiere proyectar la información.

5.1.2.2 El método **geométrico** es útil en poblaciones que muestren una importante actividad económica, que genera un apreciable desarrollo y

que poseen importantes áreas de expansión las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades. La ecuación que se emplea es:

$$P_f = P_{uc} + (1+r)^{Tf-Tuc}$$

Ecuación 2.

Dónde:

- r= Tasa de crecimiento anual en forma decimal.
- Pf= Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la Proyección (habitantes).
- Puc= Población correspondiente a la proyección del DANE (habitantes).
- Pci= Población correspondiente al censo inicial con información (Habitantes).
- Tuc= Año correspondiente al último año proyectado por el DANE.
- Tf= Año al cual se quiere proyectar la información.

La tasa de crecimiento anual se calcula de la siguiente manera:

$$r = \left( \frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{(Tuc-Tci)}}$$

Ecuación 3.

5.1.2.3 El método exponencial requiere conocer por lo menos tres censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población, en donde el último censo corresponde a la proyección del DANE. Se recomienda su aplicación a poblaciones que muestren apreciable desarrollo y posean abundantes áreas de expansión. La ecuación empleada por este método es la siguiente:

$$P_f = P_{ci} * e^{k*(Tf-Tci)}$$

Ecuación 4.

Donde k es la tasa de crecimiento de la población la cual se calcula como el promedio de las tasas calculadas para cada par de censos, así:

$$k = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

Ecuación 5.

Dónde:

- Pcp = Población del censo posterior (proyección del DANE).
- Pca = Población del censo anterior (habitantes).
- Tcp = Año correspondiente al censo posterior.
- Tca = Año correspondiente al censo anterior.
- Ln = Logaritmo natural o neperiano.

5.1.3 Dotación neta por habitante. En caso de que se opte por la última opción para el cálculo de la demanda de agua, la cual corresponde a la proyección de la población, la dotación neta por habitante es función del nivel de complejidad del sistema y sus valores máximos se deben establecer con la tabla 2 mostrada a continuación.

Tabla 2 Dotación por habitante según el nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta (L/hab*día) clima templado y frio	Dotación neta (L/hab*día) clima cálido
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio alto	125	135
Alto	140	150

RAS 2000, pág. B37

## 5.2 MODELACIÓN HIDRÁULICA Y SOFTWARE EPANET.

EPANET es un programa de computador, desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, (U.S. EPA), que realiza simulaciones del comportamiento en las redes de tuberías a presión, permitiendo seguir la evolución del flujo del agua en los conductos, un módulo de análisis que permite simular el comportamiento dinámico de la red bajo determinados parámetros de operación. Admite tuberías, bombas de velocidad fija y variable, válvulas de estrangulación, reductoras, sostenedoras, controladoras de caudal, rotura de carga, depósitos de nivel fijo o variables, leyes de control temporales o por consignas de presión o nivel, curvas de modulación, etc. Además permite también determinar los tiempos de permanencia del agua en la red y su procedencia desde los distintos puntos de alimentación<sup>7</sup>

## 6. MARCO GEOGRAFICO.

### 6.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

La Vereda San Benito pertenece al Municipio de Sibaté Cundinamarca el cual se encuentra ubicado a 29 km al sur de Bogotá D.C. y se encuentra localizado al sur oriente del casco urbano del Municipio de Sibaté. Figura 6

Figura 2. Ubicación Geográfica De La Vereda San Benito



Tomado de Google Eart ©, (2015) URL. <https://goo.gl/42KuBR>

<sup>7</sup>Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos EPA, Bogotá, agosto de 2015, En línea <http://www3.epa.gov/>

### 6.1.1 TOPOGRAFÍA.

La topografía se puede clasificar entre terreno plano y ondulado con predominio de este último en un 74% de la extensión total.

Al oriente se encuentran las cuchillas de San Luis, las Lomas de Gramilla y Curubital, los Altos de los Armadillos y del Zarzo los que se distinguen por tener la cota de mayor elevación, 3330 m.s.n.m.

Al occidente se localizan las cuchillas de las vueltas del Cerro y del Tequendama, las Lomas de los Alpes y de las Flores, el Pico del Minoral, los Altos de Paloquemao y de la Angarilla los cuales se encuentran entre los 2570 a 3000 m.s.n.m.

Al sur se levantan la cuchilla de Peña Blanca y el Chuscal esta última se eleva 3200 m.s.n.m.

Hacia el centro y el norte se presenta una superficie plana, prolongación de la sabana de Bogotá; en relación con la superficie total, la parte plana ocupa una extensión de 3172 hectáreas y representa el 26%.

Figura 3. Topografía de la zona del diseño.



Tomado de Google Eart 3D© Sibate Cundinamarca (2015)

### 6.1.2 HIDROGRAFÍA.

El recurso hídrico de la zona se soporta en los siguientes ríos y quebradas principales: Aguas Claras y Muña que encausan en el Embalse del Muña, estos ríos cursan el territorio del Sur oriente al Noroccidente del municipio. Quebrada Honda irriga el Sur del Municipio de Oriente a Occidente compartiendo límites territoriales con Pasca.

El río Aguas Claras nace en un páramo situado al Oriente en el Municipio de Soacha; se desprende de una elevación de 3.700 metros sobre el nivel del mar, drenan a este río 25 cauces entre los más importantes citaremos las siguientes quebradas.

Figura 4. Hidrografía de la zona.



Fuente: Mapas Cundinamarca. URL. <http://goo.gl/3E2cZK>

Hato Viejo, Hungría, Las Miras, Dos Quebradas, y Usabá. Se une con el Río Muña en el lugar llamado Las Juntas (La Unión), próximo a desembocar en el río Bogotá en el Charquito. El río Muña desciende desde el Alto Zarzo a una altura aproximada de 3.400 metros sobre el nivel del mar, su recorrido lo hace a lo largo de 16 Kilómetros, por las veredas de San Miguel, San Fortunato y Perico. El número de afluentes es de 16, de los cuales mencionamos las siguientes quebradas: La Chorrera, El Oso, El Zarzo, San Fortunato y La Vieja.

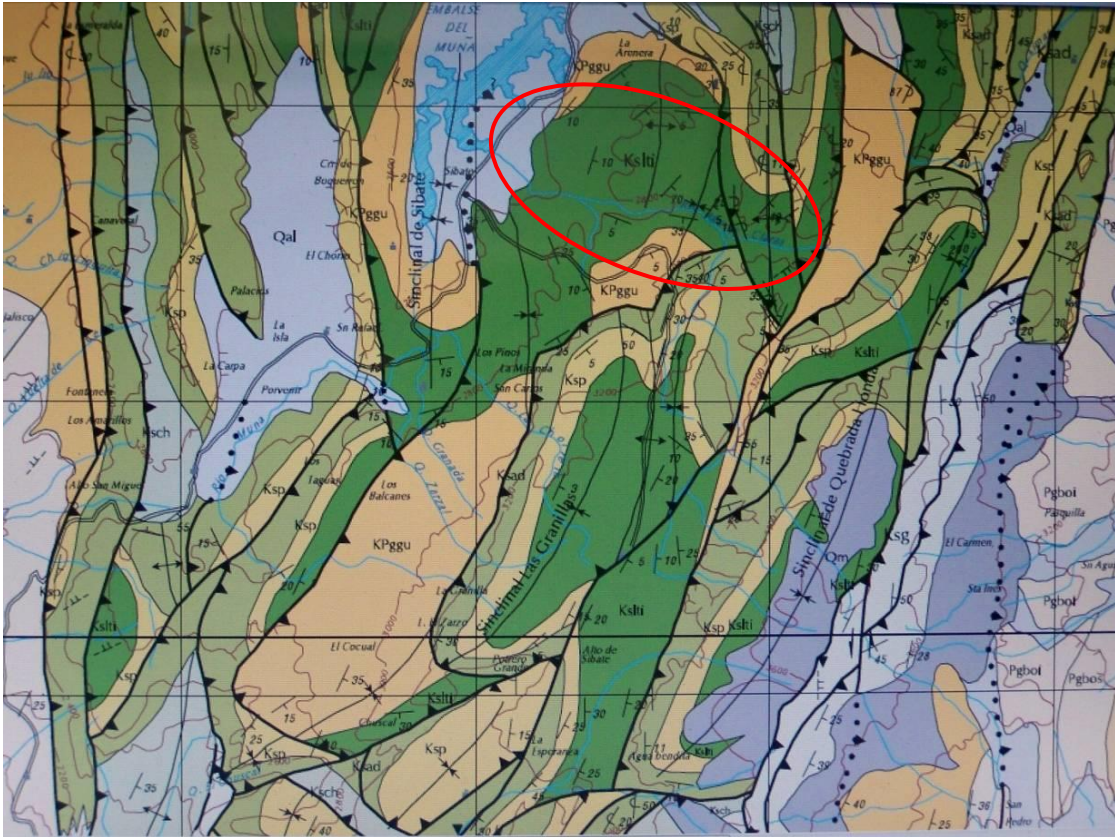
- Quebrada Honda la vierte la quebrada del Chuscál, la que atraviesa las veredas de Bradamonte y El Peñón
- Quebrada Hungría recorre el sector en sentido sur-norte y es la principal fuente hídrica que se puede encontrar en esta zona.
- Quebrada San Benito recorre el sector en sentido sur-oeste en una pequeña porción de la zona central de la vereda.
- Quebrada el Soche recorre el sector en sentido este-oeste en la parte norte de la vereda.

### 6.1.3 GEOLOGÍA.

Con base en la información obtenida del Instituto Geológico Nacional (INGEOMINAS) y una visita a la zona del proyecto, se concluye que las rocas que afloran pertenecen al grupo Guadalupe (KG), el cual está constituido por las formaciones arenisca dura, Plaeners y Labor y tierna. Además en la región afloran rocas más antiguas de la formación Chipaque y rocas más recientes de la formación Guaduas, Tilatá y depósitos Cuaternarios ver figura 5.



Figura 5. Mapa geológico de la zona.



Fuente: Sección tomada del mapa de geología de la plancha 246 de Fusagasugá.

#### *Depósitos Aluviales (QAL).*

Corresponde a depósitos cuaternarios formados por ambientes fluviales del río Bogotá y algunos de sus afluentes en el sector del embalse del Muña. Aflora en todo el núcleo del sinclinal de Sibaté y en las veredas Romeral, El peñón, La Hungría, Alto charco, Santa Rosa y Chacua. Están constituidos por bloques redondeados y sub-redondeados en una matriz no consolidada de arcillas. Su expresión morfológica es de planicie.

#### *Depósitos Coluviales (QC).*

Son depósitos de origen hidrogravitacional que se encuentran en las laderas y partes bajas de la sub-cuenca en la vereda La Hungría, constituidos por fragmentos angulares a sub-redondeados de areniscas embebidos en una matriz areno lodosa<sup>8</sup>.

<sup>8</sup>GUTIÉRREZ & CAMARGO, Depósitos Coluviales (Qc). 1992.

### 6.1.3.1 Geología Estructural.

En la zona ocurre una secuencia de cabalgamientos con dirección N-NE, hacia la parte suroriental de la sub-cuenca. Las estructuras principales son el sinclinal de Sibaté cuyo eje tiene una dirección N-S, el sinclinal de las Granillas y el sinclinal de Quebrada Honda, además de una serie de anticlinales de poca extensión. En estas estructuras se pueden reconocer rocas cretácicas, terciarias y depósitos cuaternarios.

- Falla de Sibaté.  
Se asigna este nombre a la falla localizada al oriente de la población de Sibaté y marca un cambio morfológico en el contacto del anticlinal de Soacha con el sinclinal de Sibaté. Se comporta como una falla inversa con convergencia al Occidente, y coloca rocas de la Formación Arenisca Dura o de la Formación Plaeners sobre rocas de la Formación Labor – Tierna.

- Falla de Soacha:  
Con movimiento inverso sinistral tiene una longitud aproximada de 12 km y un buzamiento hacia el noreste, aunque las geo formas de falla se presentan en rocas antiguas, se ha sugerido una edad de formación neotectónica probablemente Plio- Pleistoceno.

- Falla de Chusacá.

Es una falla inversa localizada al oeste del anticlinal de Soacha con un rumbo N-S a N10°E al sur. El bloque oriental se encuentra cabalgando y pone en contacto rocas de la Formación Plaeners con la parte media de la Formación Labor y Tierna; en el sur puede repetir secuencias de la Formación Labor y Tierna o pone en contacto rocas de las formaciones Labor y Tierna y Arenisca Dura<sup>9</sup>.

### DEMOGRAFIA.

En la vereda San Benito cuenta con una población de aproximadamente 1600 habitantes de estrato 2 según el censo del año 2014 realizado por parte de la Alcaldía Municipal, desafortunadamente, no se cuenta con información oficial del

---

<sup>9</sup>Estudio Prevención Desastres CAR/Anexo 5, Instituto de estudios urbanos Soporte POMCA Rio Bogotá (1992) pdf.

Departamento Nacional de Estadística (DANE) de las zonas rurales de forma particular.

En gran parte del sector San Benito, Jazmín y Santa Rosa las casas están construidas en ladrillo o bloque y son de un solo nivel. Sus principal actividad económica se encuentra en Sibaté, Soacha y Bogotá, en donde se ocupan como empleados de establecimientos de comercio, fábricas y en otros casos se desplazan hasta otras veredas que cuentan con cultivos de papa, fresa, y flores; la parte rural de la vereda está dedicada a la cría de animales, ganadería y a la explotación de agregados pétreos sin embargo esta última ocupación fue prohibida hace un año debido al mal manejo ambiental.

Por otra parte en la zona urbana cuentan con el servicio de agua potable, gas y luz, a diferencia de la zona rural en donde solo se cuenta con agua y luz.

Figura 6. Viviendas de la zona.



Autores: Marcela Aranda P, Carlos Varón B, Septiembre de 2015

## MARCO LEGAL

Los parámetros que se usaran son descritos en las siguientes leyes, decretos y legislación pertinente como son (tabla 3).

Tabla 3 Normas legales.

<b>Ley</b>	<b>Artículo</b>	<b>Reseña</b>
Ley 142 de 1994	Título IX Artículo 160 al Artículo 166	Generación de Agua, Asistencia técnica, Financiamiento, Tarifas, Subsidios etc.
Ley 142 de 1994	Artículo 145	Instrumentos de Consumo
Decreto 302 de 2000	Artículo 17	conjunto de normas que regulan las relaciones que se generan entre la entidad prestadora de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado y los suscriptores y usuarios, actuales y potenciales, del mismo
Ley 99 de 1993.	Artículo 43	Tasas por Utilización de Aguas
Ley 388 de 1997	Capitulo III Artículo 10 al Artículo 14	Planes de ordenamiento Territorial, uso del agua
Resolución 151 de 2001	artículos 68, 73 y 74 de la Ley 142 de 1994, y los Decretos 1524 de 1994, 2474 de 1999 y 1905 de 2000,	Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.
Decreto 926 de 2010	NSR 1º	Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo resistente NSR-10

## 7. DISEÑO METODOLOGICO

### 7.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACION.

El enfoque de la presente investigación es cuantitativa debido a que por medio de estadísticas de crecimiento poblacional y de los caudales de la fuente de abastecimiento se quiere el diseño de la red de distribución del sistema de acueducto tenga la capacidad de suministrar el líquido de forma continua y suficiente, este diseño tendrá como lineamiento básico el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable “RAS 2000”.

### 7.2. TIPO DE INVESTIGACION.

El diseño del acueducto de la Vereda San Benito se abordara desde una investigación de tipo proyectiva debido a que las redes de distribución de los sistemas de acueducto según el Reglamento Técnico del RAS 2000 se deberán construir para periodos de diseño, dependiendo del nivel de complejidad del sistema.

### 7.3. FASES DE INVESTIGACIÓN

Para desarrollar los objetivos planteados por la presente investigación, se propone desarrollar tres fases de investigación que a continuación se describen:

Fase I. Análisis de la situación actual del acueducto de la vereda San Benito.

Actividad 1.1. Determinar la composición social de la región dentro de estos rasgos se deben destacar en que estratos socio económicos se encuentra dividida la población, cuál es su principal actividad económica y como es el acceso al servicio de agua potable.

Actividad 1.2 Durante esta fase se realizara el reconocimiento en campo del sistema de acueducto con el fin de realizar un informe sobre la situación actual del sistema. Este recorrido se iniciara desde la fuente de captación y finalizará en alguno de los puntos en donde el líquido es entregado.

Actividad 1.3 Recolectar la información estadística de la vereda con el fin de contar con datos suficientes para realizar el diseño del sistema.

Actividad 1.4 Realizar el levantamiento de planimetría del sector este debe incluir la parte rural y urbana de la vereda, con el fin de contar con una visión más clara del proyecto basados en sistemas de información geográfica

Actividad 1.5 Verificar en campo la veracidad de la información obtenida por los sistemas de información geográfica.

Fase II. Diseño de la red de distribución del sistema de acueducto.

Actividad 2.1 Determinar la trayectoria de la línea de distribución entre la planta de tratamiento y los sectores urbanos

Actividad 2.2 Realizar el cálculo de la población futura de acuerdo con el reglamento técnico de agua y saneamiento básico "RAS 2000"

Actividad 2.3 Realizar el dimensionamiento de la línea de distribución.

Actividad 2.4 Diseñar el sistema de distribución de San Benito poblado

Fase III. Realizar la modelación hidráulica y entrega de resultados.

Actividad 3.1 Modelar la red de distribución del sistema de acueducto en EPANET.

Actividad 3.2 Verificar las presiones en el sistema.

Actividad 3.3. Realizar ajustes al sistema.

## 8. RESULTADOS

### 8.1 FASE I

#### Situación Actual.

En la actualidad el sistema de captación (bocatoma) se encuentra a 7 km de la planta de tratamiento donde se encuentra la quebrada Aguas Claras a 3060 m.s.n.m., la cual es compartida con el acueducto del barrio Pablo Neruda. Se utiliza una rejilla de fondo de (25\*65) cm y un muro transversal de 2.50 m en concreto reforzado, además de muros laterales para proteger y acondicionar la entrada del agua el conducto o impedir la entrada de material indeseado. Figura 7.

Figura 7. Punto de captación.



Autores: Marcela Aranda, Carlos Varón, Septiembre De 2015

Posteriormente se encuentra la línea de aducción de 14 m de largo y una tubería de 4" que funciona con flujo a superficie libre; solo en época de invierno funciona a presión.

El tanque desarenador es de 2 m de ancho por 5.5 m de lardo y 1.5 m de profundidad, la estructura tiene como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar. Figura 8.

Figura 8. Tanque desarenador.



Autores: Marcela Aranda, Carlos Varón, Septiembre De 2015

La línea de conducción tiene una longitud aproximada de 6.5 km, en PVC de 3" a través del cual se transporta el agua desde el tanque desarenador hasta la planta de tratamiento. La planta de tratamiento es tipo VALREX con capacidad de 3.5 L/s y se encuentra a 4km de distancia de San Benito Poblado, esta abastece en forma adecuada la zona, operando las 24 horas del día, fue instalada hace 15 años cuenta con 5 filtros de diferentes materiales y una bomba dosificadora de sulfato de aluminio y cloro. Figura 9.

Figura 9. Planta de tratamiento y filtros.



Autor: Junta Administradora local septiembre de 2015



El sistema de acueducto está compuesto por tres tanques de almacenamiento en buen estado que atienden las variaciones de consumo manteniendo la presión de servicio en la red.

Las líneas de distribución transportan el agua bajo presión a los diferentes puntos de consumo, en la actualidad la mayoría de los predios en los que se encuentra la planta de tratamiento, tanques de almacenamiento y las líneas de distribución son zonas de explotación minera. Figura 10

Figura 10. Líneas de distribución en la actualidad.



Autores: Marcela Aranda, Carlos Varón, Septiembre De 2015

## 8.2 Fase II

Diseño de la red de distribución del sistema de acueducto.

La utilización de herramientas tecnológicas permitió el desarrollo del proyecto debido a que no se contó con la información del sector por parte de la alcaldía municipal, y los datos suministrados por la junta administradora del acueducto fueron muy pocos.

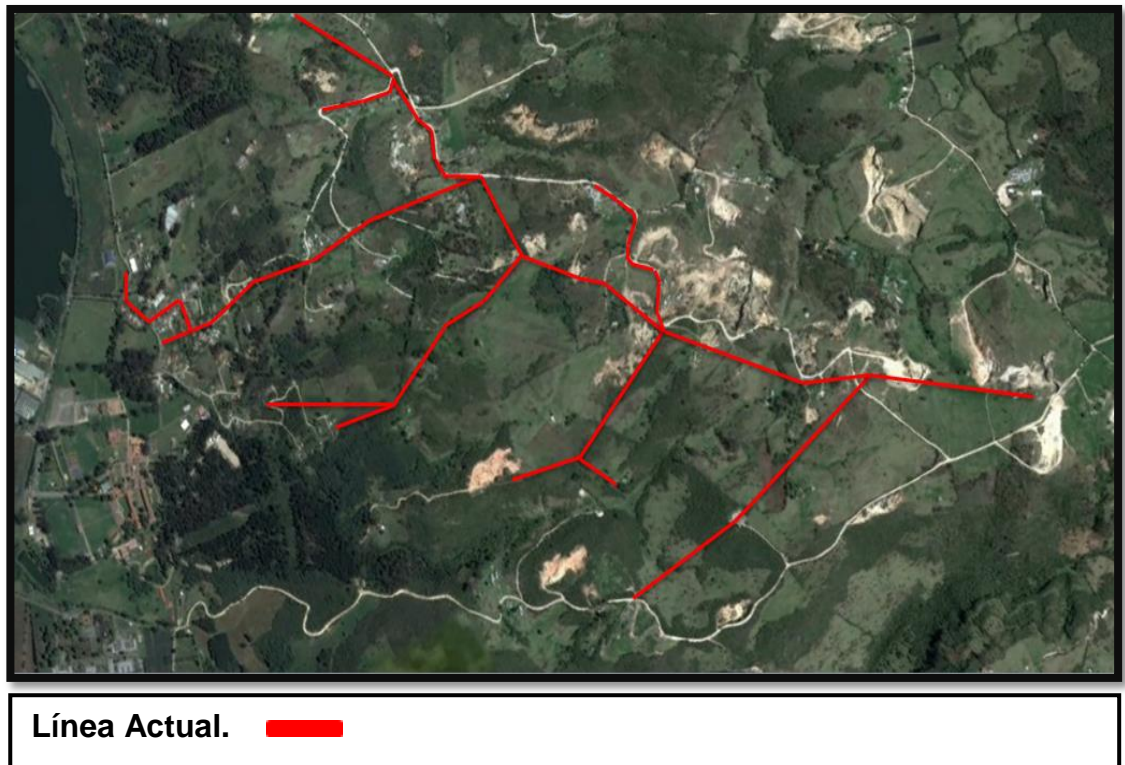
Para la propuesta de la trayectoria del nuevo sistema de distribución se utilizaron imágenes de alta resolución descargadas por medio de la aplicación Google Earth. Asimismo por medio un polígono creado en Google Earth se exportaron las

coordenadas, estos datos fueron ingresados a Global Mapper una aplicación que genera curvas de nivel.

Las imágenes obtenidas se escalaron en Autocad para poder determinar la trayectoria y longitudes reales de la zona con un margen de error mínimo. Además se hizo el plano del área de influencia del proyecto por medio de las mismas.

Una vez hecho el plano se realizó una visita en campo y con un GPS se tomaron datos de elevación para comprobar la veracidad de los datos plasmados en el plano, con toda la información recopilada se procedió con el diseño del sistema, en la siguiente imagen se muestra el nuevo trazado de la línea de acueducto entre la planta de tratamiento, San Benito, El Jazmín y Santa Rosa.

Figura 11. Comparación de la red de distribución actual y la propuesta de diseño.





**Línea Propuesta.** ———

Calculo de la población.

La información para el cálculo de población de la vereda San Benito, fue tomada de la fuente del Sisbén del año 2014 y complementada con la información entregada por la junta administradora del acueducto de San Benito.

Tabla 4. Población.

	Sisbén	Junta de Acueducto
San Benito	900 habitantes	1190 habitantes
Jazmín	745 habitantes	455 habitantes

## Proyección de la Población.

Para este proyecto se tomó un nivel de complejidad bajo debido a que la población al final del periodo de diseño no superó los 2500 habitantes, por otro lado se adoptó un periodo de diseño de 25 años para el diseño de la red de distribución con el fin de garantizar el suministro de agua potable para la población futura. Esto se realizó teniendo en cuenta la tasa de crecimiento poblacional, comercial e industrial del sector.

Se realizó el cálculo de la población futura por el método Geométrico con un nivel de complejidad bajo, de acuerdo con el reglamento técnico de agua y saneamiento básico "RAS 2000".

$$r = \left( \frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{T_{uc}-T_{ci}}}$$

Ecuación 6.

R = Tasa De crecimiento anual

$P_{uc}$  = Población del último censo

$P_{ci}$  = Población censo inicial

$T_{uc}$  = Año del último censo

$T_{ci}$  = Año censo inicial

Debido a que no se cuenta con datos estadísticos de la población se tomara una tasa de crecimiento anual del 1%.

$$P_{2015} = 1645 * (1 + 0.01)^{2015-2014} = 1661 \text{ habitantes}$$

$$P_{2016} = 1645 * (1 + 0.01)^{2016-2014} = 1678 \text{ habitantes}$$

$$P_{2017} = 1645 * (1 + 0.01)^{2017-2014} = 1695 \text{ habitantes}$$

$$P_{2018} = 1645 * (1 + 0.01)^{2018-2014} = 1712 \text{ habitantes}$$

$$P_{2019} = 1645 * (1 + 0.01)^{2019-2014} = 1729 \text{ habitantes}$$

$$P_{2020} = 1645 * (1 + 0.01)^{2020-2014} = 1746 \text{ habitantes}$$

$$P_{2021} = 1645 * (1 + 0.01)^{2021-2014} = 1764 \text{ habitantes}$$

$$P_{2022} = 1645 * (1 + 0.01)^{2022-2014} = 1781 \text{ habitantes}$$

$$P_{2023} = 1645 * (1 + 0.01)^{2023-2014} = 1799 \text{ habitantes}$$

$$P_{2024} = 1645 * (1 + 0.01)^{2024-2014} = 1817 \text{ habitantes}$$

$$P_{2025} = 1645 * (1 + 0.01)^{2025-2014} = 1835 \text{ habitantes}$$

$$P_{2026} = 1645 * (1 + 0.01)^{2026-2014} = 1854 \text{ habitantes}$$

$$P_{2027} = 1645 * (1 + 0.01)^{2027-2014} = 1872 \text{ habitantes}$$

$$P_{2028} = 1645 * (1 + 0.01)^{2028-2014} = 1891 \text{ habitantes}$$

$$P_{2029} = 1645 * (1 + 0.01)^{2029-2014} = 1910 \text{ habitantes}$$

$$P_{2030} = 1645 * (1 + 0.01)^{2030-2014} = 1929 \text{ habitantes}$$

$$P_{2031} = 1645 * (1 + 0.01)^{2031-2014} = 1948 \text{ habitantes}$$

$$P_{2032} = 1645 * (1 + 0.01)^{2032-2014} = 1968 \text{ habitantes}$$

$$P_{2033} = 1645 * (1 + 0.01)^{2033-2014} = 1987 \text{ habitantes}$$

$$P_{2034} = 1645 * (1 + 0.01)^{2034-2014} = 2007 \text{ habitantes}$$

$$P_{2035} = 1645 * (1 + 0.01)^{2035-2014} = 2027 \text{ habitantes}$$

$$P_{2036} = 1645 * (1 + 0.01)^{2036-2014} = 2048 \text{ habitantes}$$

$$P_{2037} = 1645 * (1 + 0.01)^{2037-2014} = 2068 \text{ habitantes}$$

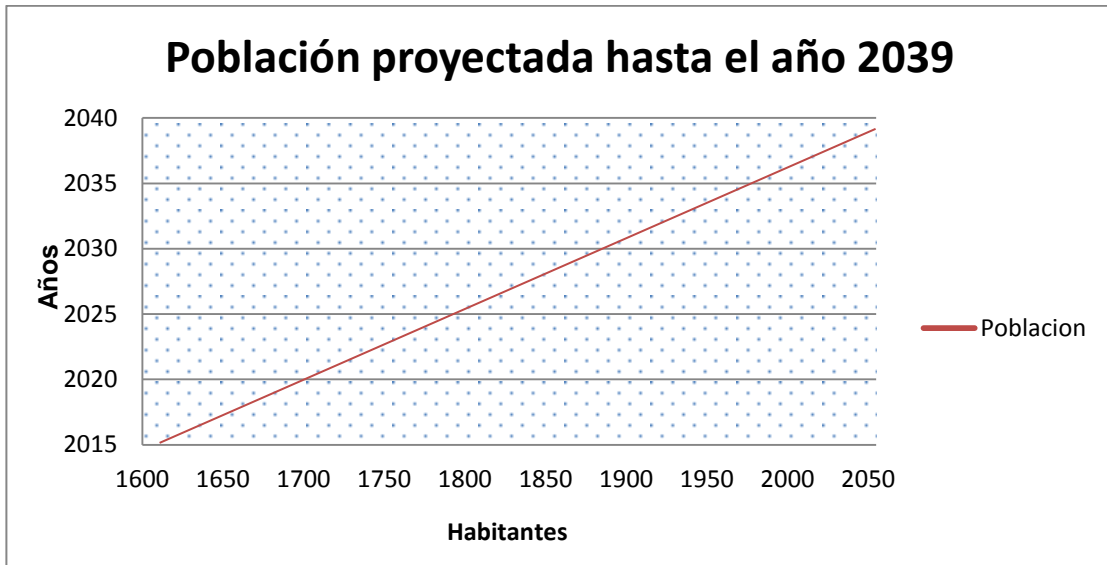
$$P_{2038} = 1645 * (1 + 0.01)^{2038-2014} = 2089 \text{ habitantes}$$

$$P_{2039} = 1645 * (1 + 0.01)^{2039-2014} = 2110 \text{ habitantes}$$

Para el año 2039 se calcula 2110 habitantes según el RAS 2000.

Tabla 5. Cuadro resumen

DEPARTAMENTO: CUNDINAMARCA		VEREDA: SAN BENITO		ALTITUD 2600 msnm		PROYECCION DE LA POBLACION		
AÑO	POBLACION RURAL CONOCIDA	METODO GEOMETRICO	POBLACION DISEÑO	DOTACION NETA L/hab*Dia	DOTACION BRUTA	CAUDAL MEDIO DIARIO Qmd	CAUDAL MAXIMO DIARIO QMD l/s	CAUDAL MAXIMO DIARIO QMD m3/s
1	1645	1661	1661	90	120	2,31	3,00	0,003000
2	1645	1678	1678	90	120	2,33	3,03	0,003030
3	1645	1695	1695	90	120	2,35	3,06	0,003060
4	1645	1712	1712	90	120	2,38	3,09	0,003091
5	1645	1729	1729	90	120	2,40	3,12	0,003122
6	1645	1746	1746	90	120	2,43	3,15	0,003153
7	1645	1764	1764	90	120	2,45	3,18	0,003184
8	1645	1781	1781	90	120	2,47	3,22	0,003216
9	1645	1799	1799	90	120	2,50	3,25	0,003248
10	1645	1817	1817	90	120	2,52	3,28	0,003281
11	1645	1835	1835	90	120	2,55	3,31	0,003314
12	1645	1854	1854	90	120	2,57	3,35	0,003347
13	1645	1872	1872	90	120	2,60	3,38	0,003380
14	1645	1891	1891	90	120	2,63	3,41	0,003414
15	1645	1910	1910	90	120	2,65	3,45	0,003448
16	1645	1929	1929	90	120	2,68	3,48	0,003483
17	1645	1948	1948	90	120	2,71	3,52	0,003518
18	1645	1968	1968	90	120	2,73	3,55	0,003553
19	1645	1987	1987	90	120	2,76	3,59	0,003588
20	1645	2007	2007	90	120	2,79	3,62	0,003624
21	1645	2027	2027	90	120	2,82	3,66	0,003660
22	1645	2048	2048	90	120	2,84	3,70	0,003697
23	1645	2068	2068	90	120	2,87	3,73	0,003734
24	1645	2089	2089	90	120	2,90	3,77	0,003771
25	1645	2110	2110	90	120	2,93	3,81	0,003809



La dotación neta por habitante es función del nivel de complejidad del sistema y sus valores máximos se deben establecer con la tabla 2 pág. 18.

Dotación por habitante según el nivel de complejidad del sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta (L/hab*día) clima templado y frio
Bajo	90

Dotación bruta

$$D_{bruta} = \frac{\text{Nivel de Complejidad}}{0.75} = L/hab * dia$$

Dotación bruta

$$D_{bruta} = \frac{90}{0.75} = 120 \text{ (L/hab*día)}$$

El caudal medio diario es calculado para la población proyectada.

$$Q_{md} = \frac{P * D_{bruta}}{86400s}$$

Ecuación 7.

$$Q_{md} = \frac{2110 * 120}{86400 \text{ s}} = 2.93 \text{ l/s}$$

Caudal máximo diario donde el Coeficiente de consumo máximo diario  $k_1 = 1.3$  que indica el nivel de complejidad del sistema.

$$QMD = Q_{md} * k_1$$

$$QMD = 2.93 \text{ l/s} * 1.3 = 3.81 \text{ L/s}$$

Ecuación 8.

$$QMD = \frac{3.81 \text{ l/s}}{1000} = 0.00381 \text{ m}^3/\text{s}$$



Diseño de la red de distribución desde la planta de tratamiento hasta San Benito poblado.

**TABLA 6. RESUMEN DE DISEÑO PLANTA DE TRATAMIENTO TANQUE 1**

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
			inicial (msnm)	final (msnm)			
PTAP-TANQUE 1	674	0,0038	2959	2940	19	1	18

Nombre tramo: PLANTA DE TRATAMIENTO - TANQUE1

Longitud Total: 674m

Caudal medio diario.

$$Q_{md} = \frac{P*D_{bruta}}{86400s}$$

Ecuación 7.

Caudal medio diario planta de tratamiento - tanque 1.

$$Q_{md} = \frac{2110*120}{86400s} = 2.93 \text{ l/s}$$

Caudal máximo diario.

$$Q_{MD} = Q_{md} * k1$$

Ecuación 6.

$$Q_{MD} = 2.93 \text{ l/s} * 1.3 = 3.81 \text{ l/s}$$

Presión total entre planta de tratamiento - tanque 1.

$$P = CT_i - CT_f$$

Dónde:

$P$  = Presión Total

$CT_i$  = Cota inicial

$CT_f$  = Cota Final

$$P = 2959m - 2940m = 19 m$$

Presión residual deseada = 1m

Perdida de carga deseada ( $P_{cd}$ )= 18m

	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considerados.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2	Perdida de Carga Acumulada
	hf (m)	(Pulg)	(m/s)	(m/m)	(m)	(m)	(m)
PTAP-TANQUE 1	0,026706	2 1/2	1,20	0,022434	609	13,7	13,7
		2	1,88	0,066439	65	4,3	18

Pérdida de carga unitarias deseada ( $h_f$ )

$$h_f = \frac{P_{cd}}{L}$$

Ecuación 10.

$h_f$  entre planta de tratamiento – tanque 1

$$h_f = \frac{18m}{674m} = 0,026706 m/m$$

Calculo de la pendiente J

$$J = \frac{CT_i - CT_f}{L}$$

Ecuación 10.

$$J = \frac{2959m - 2940m}{674m} = 0.0282 m/m$$

Ecuación 10.

Calculo del diámetro

$$D = \left( \frac{Q}{0,2785CJ^{0,54}} \right)^{3/8}$$

$$D = \left( \frac{0,00381 \frac{m^3}{s}}{0,2785 * 150 * 0,02818^{0,54}} \right)^{3/8} = 0,06292m$$

Diámetro en pulgadas

$$D'' = \frac{0,06292}{0,0254} = 2,47''$$

Diámetros considerados

$$D_1 = 2'' \qquad D_2 = 2\frac{1}{2}''$$

Combinación de tuberías

Perdidas de carga J

$$J = \left( \left( \frac{Q_{md}}{(0,2785 * 150) * (D^{2.63})} \right)^{1.85} \right) \qquad \text{Ecuación 11.}$$

Perdida de carga J entre la planta de tratamiento - tanque 1.

$$J_{0,0635} = \left( \left( \frac{0.00381}{(0,2785 * 150) * (0.0635^{2.63})} \right)^{1.85} \right) = 0.022434 m/m$$

$$J_{0,0508} = \left( \left( \frac{0.00381}{(0,2785 * 150) * (0.0508^{2.63})} \right)^{1.85} \right) = 0.066439 m/m$$

Distribución de longitudes (DL) para el cambio de diámetro en el tramo.

Pcd = pérdida de carga deseada

$$DL = \left( \frac{Pcd - (J_{0,0635} * L)}{J_{0,0508} - J_{0,0635}} \right) \qquad \text{Ecuación 12.}$$

Distribución de longitudes entre la planta de tratamiento - tanque 1.

$$DL_1 = \left( \frac{1 - (0.022434 * 663)}{0.066439 - 0.022434} \right) = 71m \text{ en } 2''$$

$$DL_2 = (663m - 218m) = 592m \text{ en } 2\frac{1}{2}''$$

Pérdida de carga de las longitudes encontradas.

$$P_{c 0.0635} = J * DL$$

$$P_{c 0.0635} = 0.022434 * 592m = 13.3m$$

$$P_{c 0.0508} = 0.066439 * 71m = 4,7m$$

Tramo	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(msnm)	(m)	(msnm)
Longitud encontrada 1	13,3	2916	29,7	2945,7
Longitud encontrada 2	4,7	2940	1,0	2941,0

Presiones recorrido tramo planta de tratamiento - tanque 1.

Presión al final de la longitud encontrada 1

$$P_{L1} = CT_{PTAP} - CT_{FLT} - Pca$$

$$P_{L1} = 2959m - 2916m - 13.7m = 29.3m$$

Presión al final de la longitud encontrada 2

$$P_{L2} = CT_{PTAP} - CT_{FLE} - Pca$$

$$P_{L2} = 2959m - 2940m - (13.7m + 4.3m) = 1,0m$$

Cota piezométrica al final de la longitud encontrada 1

$$CT_{piezometrica} = CT_{FLE} + P_{L1}$$

$$CT_{Piezométrica} = 2916m + 29,7m = 2945,7 \text{ msnm}$$

Cota Piezométrica en tanque1

$$CT_{Piezométrica} = 2940m + 1m = 2941 \text{ msnm}$$

**TABLA 7. TANQUE 1 – CAMARA DE QUIEBRE PERRERA.**

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
			inicial (msnm)	final (msnm)			
TANQUE - CQ PERRERA	711	0,00358	2940	2891	49	0	49

Nombre tramo: TANQUE1- Cámara de Quiebre la perrera

Longitud Total: 711m

Caudal medio diario.

$$Q_{md} = \frac{P * D_{bruta}}{86400s}$$

Ecuación 7.

Caudal medio diario TANQUE1- Cámara de Quiebre la perrera

$$Q_{md} = \frac{1982 * 120}{86400s} = 2.75 \text{ l/s}$$

Caudal máximo diario.

$$Q_{MD} = Q_{md} * k1$$

Ecuación 6.

$$Q_{MD} = 2.75 \text{ l/s} * 1.3 = 3.58 \text{ l/s}$$

Presión total entre TANQUE1- Cámara de Quiebre la perrera

$$P = CT_i - CT_f$$

Dónde:

$P$  = Presión Total

$CT_i$  = Cota inicial

$CT_f$  = Cota final

$$P = 2940m - 2891m = 49 m$$

Presión residual deseada = 0m

Perdida de carga deseada (Pcd)= 49m

	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considerados. D	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria hf1-hf2	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2	Perdida de Carga Acumulada
	hf (m)	(Pulg)	(m/s)	(m/m)	(m)	(m)	(m)
TANQUE - CQ	0,06892	2 1/2	1,13	0,020003	553	11,1	11,1
PERRERA		1 1/2	3,14	0,240158	158	37,9	49,0

Pérdida de carga unitarias deseada ( $h_f$ )

$$h_f = \frac{P_{cd}}{L}$$

Ecuación 9.

$h_f$  entre TANQUE1- Cámara de Quiebre la perrera

$$h_f = \frac{49m}{711m} = 0,06892 \text{ m/m}$$

Calculo de la pendiente J

$$J = \frac{CT_i - CT_f}{L}$$

Ecuación 10.

$$J = \frac{2940m - 2891m}{711m} = 0,06892 \text{ m/m}$$

Ecuación 10.

Calculo del diámetro

$$D = \left( \frac{Q}{0,2785CJ^{0,54}} \right)^{3/8}$$

$$D = \left( \frac{0,00358 \frac{m^3}{s}}{0,2785 * 150 * 0,06892^{0,54}} \right)^{3/8} = 0,05130m$$

Diámetro en pulgadas

$$D'' = \frac{0,05130}{0,0254} = 2,01''$$

Diámetros considerados

$$D_1 = 1\frac{1}{2} \quad D_2 = 2\frac{1}{2}$$

Combinación de tuberías

Perdidas de carga J

$$J = \left( \left( \frac{Q_{md}}{(0,2785 * 150) * (D^{2.63})} \right)^{1.85} \right) \quad \text{Ecuación 11.}$$

Perdida de carga J entre el TANQUE1- Cámara de Quiebre la perrera

$$J_{0,0635} = \left( \left( \frac{0.00378}{(0,2785 * 150) * (0.0635^{2.63})} \right)^{1.85} \right) = 0.022119m/m$$

$$J_{0,0381} = \left( \left( \frac{0.00378}{(0,2785 * 150) * (0.0381^{2.63})} \right)^{1.85} \right) = 0.265567 m/m$$

Distribución de longitudes (Dl) para el cambio de diámetro en el tramo.

Pcd = perdida de carga deseada

$$Dl = \left( \frac{Pcd - (J_{0,0635} * L)}{J_{0,0381} - J_{0,0635}} \right) \quad \text{Ecuación 12.}$$

Distribución de longitudes entre tanque 1 y cámara de quiebre la perrera

$$DL_1 = \left( \frac{1 - (0.022119 * 709)}{0.265567 - 0.022119} \right) = 137m \text{ en } 1\frac{1}{2}''$$

$$DL_2 = (709m - 137m) = 572m \text{ en } 2\frac{1}{2}''$$

Pérdida de carga de las longitudes encontradas.

$$P_{c 0.0635} = J * Dl$$

$$P_{c 0.0635} = 0.022119 * 572m = 12.7m$$

$$P_{c 0.0508} = 0.265567 * 137m = 36.3m$$

Tramo	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(msnm)	(m)	(msnm)
Tanque1 - CQ perrera	11,1	2900	28,9	2928,94
	49	2891	0,0	2891,0

Presiones recorrido tramo Tanque1- Cámara de quiebre la perrera

Presión al final de la longitud encontrada 1

$$P_{L1} = CT_{TANQUE1} - CT_{FLT} - Pca$$

$$P_{L1} = 2940m - 2891m - 11.1m = 37.9m$$

Presión al final de la longitud encontrada 2

$$P_{L2} = CT_{PTAP} - CT_{FLE} - Pca$$

$$P_{L2} = 2940m - 2891m - (11.1m + 37,9m) = 49,0m$$

Cota Piezométrica al final de la longitud encontrada 1

$$CT_{piezometrica} = CT_{FLE} + P_{L1}$$

$$CT_{Piezométrica} = 2900m + 28,9m = 2928,9 \text{ msnm}$$

Cota Piezométrica al final de la longitud encontrada 2

$$CT_{Piezométrica} = 2891m + 0m = 2891 \text{ msnm}$$



**TABLA 8. CAMARA DE QUIEBRE PERRERA – TANQUE LOS LLANITOS**

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
			inicial (msnm)	final (msm)			
CQ PERRERA - TANQUE LOS LLANITOS	960	0,00312	2891	2800	91	0	91

Nombre tramo: CAMARA DE QUIEBRE PERRERA – TANQUE LOS LLANITOS

Longitud Total: 960m

Caudal medio diario.

$$Q_{md} = \frac{P * D_{bruta}}{86400s}$$

Ecuación 7.

Caudal medio diario cámara de quiebre la perrera – tanque los llanitos.

$$Q_{md} = \frac{1728 * 120}{86400s} = 2.4 \text{ l/s}$$

Caudal máximo diario.

$$Q_{MD} = Q_{md} * k1$$

Ecuación 6.

$$Q_{MD} = 2.4 \text{ l/s} * 1.3 = 3.12 \text{ l/s}$$

Presión total entre cámara de quiebre la perrera – tanque los llanitos.

$$P = CT_i - CT_f$$

Dónde:

$P$  = Presión Total

$CT_i$  = Cota inicial

$CT_f$  = Cota Final

$$P = 2891m - 2800m = 91 m$$

Presión residual deseada = 0m

Perdida de carga deseada (Pcd) = 91m

	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considera-dos.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2	Perdida de Carga Acumulada
	hf (m)	(Pulg)	(m/s)	(m/m)	(m)	(m)	(m)
CQ PERRERA	0,094791	2 1/2	0,99	0,015509	514	8,0	8,0
- TANQUE LOS LLANITOS		1 1/2	2,74	0,186209	446	83,0	91,0

Pérdida de carga unitarias deseada ( $h_f$ )

$$h_f = \frac{P_{cd}}{L}$$

Ecuación 10.

$h_f$  entre cámara de quiebre la perrera – tanque los llanitos.

$$h_f = \frac{91m}{960m} = 0,09479 m/m$$

Calculo de la pendiente J

$$J = \frac{CT_i - CT_f}{L}$$

Ecuación 10.

$$J = \frac{2891m - 2800m}{960m} = 0,09479 m/m$$

Ecuación 10.

Calculo del diámetro

$$D = \left( \frac{Q}{0,2785CJ^{0,54}} \right)^{3/8}$$

$$D = \left( \frac{0,00312 \frac{m^3}{s}}{0,2785 * 150 * 0,09479^{0,54}} \right)^{3/8} = 0,045674m$$

Diámetro en pulgadas

$$D'' = \frac{0,045674}{0,0254} = 1,79''$$

Diámetros considerados

$$D_1 = 2\frac{1}{2}'' \qquad D_2 = 1\frac{1}{2}''$$

Combinación de tuberías

Perdidas de carga J

$$J = \left( \left( \frac{Q_{md}}{(0,2785 * 150) * (D^{2.63})} \right)^{1.85} \right) \qquad \text{Ecuación 11.}$$

Perdida de carga J entre cámara de quiebre la perrera – tanque los llanitos.

$$J_{0,0635} = \left( \left( \frac{0,00312}{(0,2785 * 150) * (0,0635^{2.63})} \right)^{1.85} \right) = 0,015509 \text{ m/m}$$

$$J_{0,0381} = \left( \left( \frac{0,00312}{(0,2785 * 150) * (0,0381^{2.63})} \right)^{1.85} \right) = 0,186209 \text{ m/m}$$

Distribución de longitudes (Dl) para el cambio de diámetro en el tramo.

Pcd = pérdida de carga deseada

$$Dl = \left( \frac{P_{cd} - (J_{0,0635} * L)}{J_{0,0381} - J_{0,0635}} \right) \qquad \text{Ecuación 12.}$$

Distribución de longitudes entre cámara de quiebre la perrera – tanque los llanitos.

$$DL_1 = \left( \frac{91 - (0,015509 * 960)}{0,186209 - 0,015509} \right) = 446m \text{ en } 1\frac{1}{2}''$$

$$DL_2 = (960m - 446m) = 514m \text{ en } 2\frac{1}{2}''$$

Pérdida de carga de las longitudes encontradas.

$$P_{cD} = J * Dl$$

$$P_{c0,0635} = 0,015509 * 514m = 8,0m$$

$$P_{c0,0381} = 0,186209 * 446m = 83,0m$$

Tramo	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(msnm)	(m)	(msnm)
Longitud encontrada 1	8,0	2873	9,0	2882,0
Longitud encontrada 2	91,0	2800	0,0	2800

Presiones recorrido tramo cámara de quiebre perrera – tanque los llanitos

Presión al final de la longitud encontrada 1

$$P_{L1} = CT_i - CT_{FLT} - Pca$$

$$P_{L1} = 2890m - 2873m - 8,0m = 9,0m$$

Presión al final de la longitud encontrada 2

$$P_{L2} = CT_i - CT_{FLE} - Pca$$

$$P_{L2} = 2891m - 2800m - (91,0m) = 0,0m$$

Cota Piezométrica al final de la longitud encontrada 1

$$CT_{piezometrica} = CT_{FLE} + P_{L1}$$

$$CT_{Piezométrica} = 2873m + 9,0m = 2882 \text{ msnm}$$

Cota Piezométrica al final de la longitud encontrada 2

$$CT_{Piezométrica} = 2800m + 0m = 2800 \text{ msnm}$$

**TABLA 9. TANQUE LOS LLANITOS – CAMARA DE QUIEBRE SAN BENITO**

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
			inicial (msnm)	final (msnm)			
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)			(m)	(m)	(m)
TANQUE LOS LLANITOS CQ-SAN BENITO	1153	0,00191	2800	2661	139	0	139

Nombre tramo: TANQUE LOS LLANITOS – CAMARA DE QUIEBRE SAN BENITO

Longitud Total: 1153 m

Caudal medio diario.

$$Q_{md} = \frac{P \cdot D_{bruta}}{86400s}$$

Ecuación 7.

Caudal medio diario tanque los llanitos – cámara de quiebre san Benito.

$$Q_{md} = \frac{1057,84 \cdot 120}{86400s} = 1,46 \text{ l/s}$$

Caudal máximo diario.

$$Q_{MD} = Q_{md} \cdot k1$$

Ecuación 6.

$$Q_{MD} = 1,46 \text{ l/s} \cdot 1,3 = 1,91 \text{ l/s}$$

Presión total entre tanque los llanitos - cámara de quiebre san Benito

$$P = CT_i - CT_f$$

Dónde:

$P$  = Presión Total

$CT_i$  = Cota inicial

$CT_f = \text{Cota Final}$

$$P = 2800 \text{ m} - 2661 \text{ m} = 139 \text{ m}$$

Presión residual deseada = 0 m

Perdida de carga deseada ( $P_{cd}$ ) = 139 m

	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considera-dos.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2	Perdida de Carga Acumulada
	hf (m)	(Pulg)	(m/s)	(m/m)	(m)	(m)	(m)
TANQUE LOS LLANITOS	0,1206	2	0,94	0,018528	927	17,2	17,2
CQ-SAN BENITO		1	3,77	0,540129	226	121,8	139,0

Pérdida de carga unitarias deseada ( $hf$ )

$$h_f = \frac{P_{cd}}{L}$$

Ecuación 10.

$hf$  entre tanque los llanitos – cámara de quiebre san Benito.

$$h_f = \frac{139 \text{ m}}{1153 \text{ m}} = 0,120555 \text{ m/m}$$

Calculo de la pendiente J

$$J = \frac{CT_i - CT_f}{L}$$

Ecuación 10.

$$J = \frac{2800 \text{ m} - 2661 \text{ m}}{1153 \text{ m}} = 0.12055 \text{ m/m}$$

Ecuación 10.

Calculo del diámetro

$$D = \left( \frac{Q}{0,2785 * C * J^{0,54}} \right)^{3/8}$$

$$D = \left( \frac{0,00191 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,2785 * 150 * 0.12055^{0,54}} \right)^{3/8} = 0,03619 \text{ m}$$

Diámetro en pulgadas

$$D'' = \frac{0,03619}{0,0254} = 1,42''$$

Diámetros considerados

$$D_1 = 2'' \qquad D_2 = 1''$$

Combinación de tuberías

Perdidas de carga J

$$J = \left( \left( \frac{Q_{md}}{(0,2785 * 150) * (D^{2.63})} \right)^{1.85} \right) \qquad \text{Ecuación 11.}$$

Perdida de carga J entre tanque los llanitos – cámara de quiebre san Benito.

$$J_{0,0508} = \left( \left( \frac{0,00191}{(0,2785 * 150) * (0,0508^{2.63})} \right)^{1.85} \right) = 0,018528 \text{ m/m}$$

$$J_{0,0254} = \left( \left( \frac{0,00191}{(0,2785 * 150) * (0,0254^{2.63})} \right)^{1.85} \right) = 0,540129 \text{ m/m}$$

Distribución de longitudes (Dl) para el cambio de diámetro en el tramo.

Pcd = pérdida de carga deseada

$$Dl = \left( \frac{Pcd - (J_{0,0508} * L)}{J_{0,0254} - J_{0,0508}} \right) \qquad \text{Ecuación 12.}$$

Distribución de longitudes entre la tanque los llanitos – cámara de quiebre san Benito.

$$DL_1 = \left( \frac{139 - (0,018528 * 1153)}{0,540129 - 0,018528} \right) = 927 \text{ m en } 2''$$

$$DL_2 = (1153 \text{ m} - 927 \text{ m}) = 226 \text{ m en } 2 \frac{1}{2}''$$

Pérdida de carga de las longitudes encontradas.

$$P_{c 0,0635} = J * Dl$$

$$P_{c 0,0635} = 0,018528 * 927 \text{ m} = 17,2 \text{ m}$$

$$P_{c 0,0508} = 0,540129 * 226 \text{ m} = 121,8 \text{ m}$$

Tramo	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(msnm)	(m)	(msnm)
Longitud encontrada 1	17,2	2756	26,8	2782,8
Longitud encontrada 2	139,0	2661	0,0	2661,0

Presiones recorrido tramo tanque los llanitos – cámara de quiebre san Benito

Presión al final de la longitud encontrada 1

$$P_{L1} = CT_I - CT_{FLT} - Pca$$

$$P_{L1} = 2800m - 2756m - 17,2 m = 26,8m$$

Presión al final de la longitud encontrada 2

$$P_{L2} = CT_I - CT_{FLE} - Pca$$

$$P_{L2} = 2800m - 2661m - (17,2m + 121,8 m) = 0,0m$$

Cota Piezométrica al final de la longitud encontrada 1

$$CT_{piezometrica} = CT_{FLE} + P_{L1}$$

$$CT_{Piezométrica} = 2756 m + 26,8 m = 2782,8 msnm$$

Cota Piezométrica al final de la longitud encontrada 2

$$CT_{Piezométrica} = 2661m + 0m = 2661,0 msnm$$



**TABLA 10. CAMARA DE QUIEBRE SAN BENITO – INTERSECCION LLANITOS**

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
			inicial (msnm)	final (msnm)			
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)			(m)	(m)	(m)
CQ- SAN BENITO - INT 1	200	0,00131	2661	2649	12	12	0

Nombre tramo: CAMARA DE QUIEBRE SAN BENITO – INTERSECCION LLANITOS

Longitud Total: 674m

Caudal medio diario.

$$Q_{md} = \frac{P * D \text{ bruta}}{86400s}$$

Ecuación 7.

Caudal medio diario en la cámara de quiebre san Benito – intersección llanitos.

$$Q_{md} = \frac{725 * 120}{86400s} = 1.006 \text{ l/s}$$

Caudal máximo diario.

$$Q_{MD} = Q_{md} * k1$$

Ecuación 6.

$$Q_{MD} = 1,006 \text{ l/s} * 1.3 = 1.30 \text{ l/s}$$

Presión total entre la cámara de quiebre san Benito – intersección llanitos.

$$P = CT_i - CT_f$$

Dónde:

$P$  = Presión Total

$CT_i$  = Cota inicial

$CT_f$  = Cota Final

$$P = 2661 \text{ m} - 2649 \text{ m} = 12 \text{ m}$$

Presión residual deseada = 12m

Perdida de carga deseada ( $P_{cd}$ )= 0m

	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considerados.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2	Perdida de Carga Acumulada
	hf (m)	(Pulg)	(m/s)	(m/m)	(m)	(m)	(m)
CQ- SAN BENITO - INT LLANITOS	0,000000	2	0,65	0,009223	200	1,8	1,8

Pérdida de carga unitarias deseada ( $h_f$ )

$$h_f = \frac{P_{cd}}{L}$$

Ecuación 10.

$h_f$  entre la cámara de quiebre san Benito – intersección llanitos.

$$h_f = \frac{0\text{m}}{200\text{m}} = 0,0 \text{ m/m}$$

Calculo de la pendiente J

$$J = \frac{CT_i - CT_f}{L}$$

Ecuación 10.

$$J = \frac{2661\text{m} - 2641\text{m}}{200\text{m}} = 0.1 \text{ m/m}$$

Ecuación 10.

Calculo del diámetro

$$D = \left( \frac{Q}{0,2785 * C * J^{0,54}} \right)^{3/8}$$

$$D = \left( \frac{0,00131 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,2785 * 150 * 0,1^{0,54}} \right)^{3/8} = 0,03263\text{m}$$

Diámetro en pulgadas

$$D'' = \frac{0,03263}{0,0254} = 1.28''$$

Diámetros considerados

$$D_1 = 2''$$

Combinación de tuberías

Perdidas de carga J

$$J = \left( \left( \frac{Q_{md}}{(0,2785 * 150) * (D^{2.63})} \right)^{1.85} \right) \quad \text{Ecuación 11.}$$

Perdida de carga J entre la cámara de quiebre san Benito – intersección llanitos.

$$J_{0,0508} = \left( \left( \frac{0.00131}{(0,2785 * 150) * (0.0508^{2.63})} \right)^{1.85} \right) = 0,009223 \text{ m/m}$$

Distribución de longitudes (DI) para el cambio de diámetro en el tramo.

Pcd = pérdida de carga deseada

$$DI = \left( \frac{P_{cd} - (J_{0,0635} * L)}{J_{0,0508} - J_{0,0635}} \right) \quad \text{Ecuación 12.}$$

Pérdida de carga de la longitud encontrada.

$$P_{c 0.0635} = J * DI$$

$$P_{c 0.0508} = 0.009223 * 200m = 1,84m$$

Tramo	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(msnm)	(m)	(msnm)
Longitud del tramo	1,8	2752	36,2	2788,2

Presiones recorrido tramo cámara de quiebre san Benito – intersección llanitos.

Presión al final de la longitud encontrada 36,2 mca

$$P_{L1} = CT_i - CT_{FLT} - Pca$$

$$P_{L1} = 2790m - 2752m - 1.8 m = 36,2 m$$

Cota Piezométrica al final de la longitud encontrada 1

$$CT_{piezometrica} = CT_{FLE} + P_{L1}$$

$$CT_{Piezométrica} = 2752m + 36,2m = 2788,2 msnm$$

**TABLA 11. INTERSECCION LLANITOS- CAMARA DE QUIEBRE PAISAS.**

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
			inicial (msnm)	final (msnm)			
	(m)	(m3/s)			(m)	(m)	(m)
INT LLANITOS-CQ PAISAS	945	0,0012	2800	2740	60	0	60

Nombre tramo: INTERSECCIÓN LLANITOS- CÁMARA DE QUIEBRE PAISAS.

Longitud Total: 945 m

Caudal medio diario.

$$Q_{md} = \frac{P \cdot D_{bruta}}{86400s}$$

Ecuación 7.

Caudal medio diario intersección llanitos- cámara de quiebre paisas.

$$Q_{md} = \frac{642 \cdot 120}{86400s} = 0,89 \text{ l/s}$$

Caudal máximo diario.

$$Q_{MD} = Q_{md} \cdot k1$$

Ecuación 6.

$$Q_{MD} = 0,89 \text{ l/s} \cdot 1.3 = 1,16 \text{ l/s}$$

Presión total entre intersección llanitos- cámara de quiebre paisas.

$$P = CT_i - CT_f$$

Dónde:

$P$  = Presión Total

$CT_i$  = Cota inicial

$CT_f$  = Cota Final

$$P = 2800m - 2740m = 60 \text{ m}$$

Presión residual deseada = 0m

Perdida de carga deseada (Pcd)= 60 m

	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considera-dos.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2	Perdida de Carga Acumulada
	hf (m)	(Pulg)	(m/s)	(m/m)	(m)	(m)	(m)
INT LLANITOS-CQ PAISAS	0,06349206	1 1/2	1,02	0,029858	773	23,1	23,1
		1	2,29	0,214701	172	36,9	60,0

Pérdida de carga unitarias deseada ( $h_f$ )

$$h_f = \frac{P_{cd}}{L}$$

Ecuación 10.

$h_f$  entre intersección llanitos- cámara de quiebre paisas.

$$h_f = \frac{60m}{945m} = 0,06349 \text{ m/m}$$

Calculo de la pendiente J

$$J = \frac{CT_i - CT_f}{L}$$

Ecuación 10.

$$J = \frac{2800m - 2740m}{945m} = 0,06349 \text{ m/m}$$

Ecuación 10.

Calculo del diámetro

$$D = \left( \frac{Q}{0,2785 * C * J^{0,54}} \right)^{3/8}$$

$$D = \left( \frac{0,00116 \frac{m^3}{s}}{0,2785 * 150 * 0,06349^{0,54}} \right)^{3/8} = 0,03418m$$

Diámetro en pulgadas

$$D'' = \frac{0,03418}{0,0254} = 1,34''$$

Diámetros considerados

$$D_1 = 1\frac{1}{2}'' \qquad D_2 = 1''$$

Combinación de tuberías

Perdidas de carga J

$$J = \left( \left( \frac{Q_{md}}{(0,2785 * 150) * (D^{2.63})} \right)^{1.85} \right) \qquad \text{Ecuación 11.}$$

Perdida de carga J entre la intersección llanitos- cámara de quiebre paisas.

$$J_{0,0381} = \left( \left( \frac{0.00116}{(0,2785 * 150) * (0.0381^{2.63})} \right)^{1.85} \right) = 0,029858 \text{ m/m}$$

$$J_{0,0254} = \left( \left( \frac{0.00381}{(0,2785 * 150) * (0.0254^{2.63})} \right)^{1.85} \right) = 0,214701 \text{ m/m}$$

Distribución de longitudes (Dl) para el cambio de diámetro en el tramo.

Pcd = pérdida de carga deseada

$$Dl = \left( \frac{P_{cd} - (J_{0,0381} * L)}{J_{0,0254} - J_{0,0381}} \right) \qquad \text{Ecuación 12.}$$

Distribución de longitudes entre la intersección llanitos- cámara de quiebre paisas.

$$DL_1 = \left( \frac{60 - (0,029858 * 945)}{0,214701 - 0,029858} \right) = 773 \text{ m en } 2''$$

$$DL_2 = (945 \text{ m} - 773 \text{ m}) = 172 \text{ m en } 2\frac{1}{2}''$$

Pérdida de carga de las longitudes encontradas.

$$P_{cD} = J * Dl$$

$$P_{c0.0381} = 0,029858 * 773 \text{ m} = 23.080 \text{ m}$$

$$P_{c0.0254} = 0,214701 * 172 \text{ m} = 4,7 \text{ m}$$

Tramo	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(msnm)	(m)	(msnm)
Longitud encontrada 1	23,1	2740	36,9	2776,9
Longitud encontrada 2	60,0	2740	0,0	2740,0

Presiones recorrido tramo entre la intersección llanitos- cámara de quiebre paisas.

Presión al final de la longitud encontrada 1

$$P_{L1} = CT_i - CT_{FLT} - Pca$$

$$P_{L1} = 2800m - 2740m - 23,1m = 36,9m$$

Presión al final de la longitud encontrada 2

$$P_{L2} = CT_i - CT_{FLE} - Pca$$

$$P_{L2} = 2800m - 2740m - (23,1m + 36,9m) = 0m$$

Cota Piezométrica al final de la longitud encontrada 1

$$CT_{piezometrica} = CT_{FLE} + P_{L1}$$

$$CT_{Piezométrica} = 2740m + 36,9m = 2776.9 msnm$$

Cota Piezométrica al final de la longitud encontrada 2

$$CT_{Piezométrica} = 2740m + 0m = 2740 msnm$$



**TABLA 12. CÁMARA DE QUIEBRE PAISAS- INTERSECCIÓN EL JAZMÍN.**

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
			inicial (msnm)	final (msnm)			
	(m)	(m3/s)			(m)	(m)	(m)
CQ PAISAS- INT JAZMIN	520	0,0007	2740	2670	70	30	40

Nombre tramo: CÁMARA DE QUIEBRE PAISAS- INTERSECCIÓN EL JAZMÍN.

Longitud Total: 520m

Caudal medio diario.

$$Q_{md} = \frac{P \cdot D_{bruta}}{86400s}$$

Ecuación 7.

Caudal medio diario Cámara de quiebre paisas- intersección el Jazmín.

$$Q_{md} = \frac{0,39 \cdot 120}{86400s} = 0,000541 \text{ l/s}$$

Caudal máximo diario.

$$Q_{MD} = Q_{md} \cdot k1$$

Ecuación 6.

$$Q_{MD} = 0.000541 \text{ l/s} \cdot 1.3 = 0,0007033 \text{ l/s}$$

Presión total entre Cámara de quiebre paisas- intersección el Jazmín.

$$P = CT_i - CT_f$$

Dónde:

$P$  = Presión Total

$CT_i$  = Cota inicial

$CT_f$  = Cota Final

$$P = 2740m - 2670m = 70 m$$

Presión residual deseada = 30 m

Perdida de carga deseada ( $P_{cd}$ )= 40 m

	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considerados.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2	Perdida de Carga Acumulada
	hf (m)	(Pulg)	(m/s)	(m/m)	(m)	(m)	(m)
CQ PAISAS-INT JAZMÍN	0,07692308	1 1/2	0,65	0,029858	388	11,6	11,6
		1	1,46	0,214701	132	28,4	40,0

Pérdida de carga unitarias deseada ( $h_f$ )

$$h_f = \frac{P_{cd}}{L}$$

Ecuación 10.

$h_f$  entre Cámara de quiebre paisas- intersección el Jazmín.

$$h_f = \frac{40m}{520m} = 0,076923 m/m$$

Calculo de la pendiente J

$$J = \frac{CT_i - CT_f}{L}$$

Ecuación 10.

$$J = \frac{2740m - 2670m}{520m} = 0.134615 m/m$$

Calculo del diámetro

$$D = \left( \frac{Q}{0,2785 * C * J^{0,54}} \right)^{3/8}$$

$$D = \left( \frac{0,00074 \frac{m^3}{s}}{0,2785 * 150 * 0.134615^{0,54}} \right)^{3/8} = 0,024801 m$$

Diámetro en pulgadas

$$D'' = \frac{0,0248}{0,0254} = 0,976''$$

Diámetros considerados

$$D_1 = 1'' \qquad D_2 = 1\frac{1}{2}''$$

Combinación de tuberías

Perdidas de carga J

$$J = \left( \left( \frac{Q_{md}}{(0,2785 * 150) * (D^{2.63})} \right)^{1.85} \right) \qquad \text{Ecuación 11.}$$

Perdida de carga J entre la Cámara de quiebre paisas- intersección el Jazmín.

$$J_{0,0381} = \left( \left( \frac{0.00074}{(0,2785 * 150) * (0.0381^{2.63})} \right)^{1.85} \right) = 0,012998 \text{ m/m}$$

$$J_{0,0254} = \left( \left( \frac{0.00074}{(0,2785 * 150) * (0.0254^{2.63})} \right)^{1.85} \right) = 0,093468 \text{ m/m}$$

Distribución de longitudes (Dl) para el cambio de diámetro en el tramo.

Pcd = pérdida de carga deseada

$$Dl = \left( \frac{P_{cd} - (J_{0,0381} * L)}{J_{0,0254} - J_{0,0381}} \right) \qquad \text{Ecuación 12.}$$

Distribución de longitudes entre la Cámara de quiebre paisas- intersección el Jazmín.

$$DL_1 = \left( \frac{40 - (0,012998 * 520)}{0,093468 - 0,012998} \right) = 413 \text{ m en } 1\frac{1}{2}''$$

$$DL_2 = (520\text{m} - 413\text{m}) = 107\text{m en } 1''$$

Pérdida de carga de las longitudes encontradas.

$$P_{cD} = J * Dl$$

$$P_{c0.0381} = 0,012998 * 107\text{m} = 1,4\text{m}$$

$$P_{c0.0254} = 0,093468 * 413\text{m} = 38,6\text{m}$$

Tramo	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(msnm)	(m)	(msnm)
Longitud encontrada 1	1,4	2740	58,6	2798,6
Longitud encontrada 2	40,0	2700	0,0	2700,0

Presiones recorrido tramo Cámara de quiebre paisas- intersección el Jazmín.

Presión al final de la longitud encontrada 1

$$P_{l1} = CT_I - CT_{FLT} - Pca$$

$$P_{l1} = 2800m - 2740m - 1,4m = 58,6m$$

Presión al final de la longitud encontrada 2

$$P_{l2} = CT_I - CT_{FLE} - Pca$$

$$P_{l2} = 2740m - 2700m - (1,4m + 38,6m) = 0,0m$$

Cota Piezométrica al final de la longitud encontrada 1

$$CT_{piezometrica} = CT_{FLE} + P_{l1}$$

$$CT_{Piezométrica} = 2740m + 58,6m = 2798,6 \text{ msnm}$$

Cota Piezométrica al final de la longitud encontrada 2

$$CT_{Piezométrica} = 2700m + 0m = 2700 \text{ msnm}$$

Ejemplo de cómo diseñar las intersecciones.

**Tabla 13. Diseño intersección 1 a la casa 15.**

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT1	187	0,000081		143	0,020003	2,86	2941
CS 15							
CS 09			59,6				
CS 10			69,7				
CS 11			77,7				
CS 12			69,6				
CS 13			53,8				
CS 15			187				

Nombre del tramo: INTERSECCIÓN 1 A LA CASA 15.

Longitud del tramo: 187m

Caudal medio diario.

$$Q_{md} = \frac{P * D_{bruta}}{86400s}$$

Ecuación 7.

Caudal medio diario intersección 4 y casa66.

$$Q_{md} = \frac{0,05832 * 120}{86400s} = 0,000081 \text{ m}^3/s$$

Perdida de carga unitaria: 0,020003m

Perdida de carga en la intersección

$$Pc_{in} = L_{in} * Pc_{unitaria}$$

$$Pc_{in} = 143 * 0,020003 = 2,86 \text{ m}$$

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
Intersección 1	2916	22,14	2938,14	0,0054	28,14	0,0208	0,8182	1
Casa 15	2910	10	2920					

Presión en los puntos

$$P_i = (CT_{arranque} - CT_{inicial}) - P_{cint} = 22,14m$$

Presión en la intersección

$$P_i = (2941 - 2916) - 2,86m = 22,14m$$

Presión en la casa 15

$$P_i = 10m$$

Cota Piezométrica

$$CT_{Piezometrica} = CT_{terreno} + P_i = m$$

$$CT_{Piezometrica} = 2916 + 22,14m = 2938,14$$

$$CT_{Piezometrica} = 2910 + 10m = 2920$$

Pendiente J.

$$J = \frac{(CT_{terreno1} - CT_{terreno2})}{L_{tramo}}$$

$$J = \frac{(2916 - 2910)}{187m} = 0,0054 m$$

Presión total

$$P_{TOTAL} = CT_{Piezometrica} - CT_{terreno}$$

$$P_{TOTAL} = 2938,14 - 2910 = 28,14m$$

Calculo del diámetro

$$D = \left( \frac{Q}{0,2785 * C * J^{0,54}} \right)^{3/8}$$

$$D = \left( \frac{0,000081 \frac{m^3}{s}}{0,2785 * 150 * 0,0054^{0,54}} \right)^{3/8} = 0,0208 \text{ m}$$

Diámetro en pulgadas

$$D'' = \frac{0,0208}{0,0254} = 0,818''$$

Diámetros considerados

$$D'' = 1''$$

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT1	20	8,14	0,64	0,0454930			-9,6	
CS 09				2,709	2915	20,4	10,8	2925,8
CS 10				3,169	2915	20,0	10,4	2925,4
CS 11				3,534	2915	19,6	10,0	2925,0
CS 12				3,165	2915	20,0	10,4	2925,4
CS 13				2,446	2915	20,7	11,1	2926,1
CS 15				8,507	2910	19,6	10,0	2920,0

Presión residual deseada: 20 m

Perdida de carga deseada

$$PC_{deseada} = P_{TOTAL} - P_{Residual}$$

$$PC_{deseada} = 28,14 - 20\text{m} = 8,14\text{m}$$

Velocidad: 0,64 m/s

Perdida de carga parcial J para una longitud de 187m

$$J = \left( \left( \frac{Q_{md}}{(0,2785 * 150) * (D^{2.63})} \right)^{1.85} \right)$$

Ecuación 11.

$$J_{0,0127} = \left( \left( \frac{0.000081}{(0,2785 * 150) * (0.0127^{2.63})} \right)^{1.85} \right) = 0,0454930 \text{ m/m}$$

Perdida de carga parcial para cada uno de los puntos.

$$J = J * L_{parcial}$$

$$J_{CS09} = 0,0454930 * 59,6m = 2,709m$$

$$J_{CS10} = 0,0454930 * 69,7m = 3,169m$$

$$J_{CS11} = 0,0454930 * 77,7m = 3,534m$$

$$J_{CS12} = 0,0454930 * 69,6m = 3,165m$$

$$J_{CS13} = 0,0454930 * 53,8m = 2,446m$$

$$J_{CS15} = 0,0454930 * 187m = 8,507m$$

Presiones entregadas.

$$Pe = CT_{Piezometrica} - CT_{terreno} - J$$

$$Pe_{CS09} = 2938,14 - 2915 - 2,709m = 20,4 \text{ msnm}$$

$$Pe_{CS10} = 2938,14 - 2915 - 3,169m = 20,0 \text{ msnm}$$

$$Pe_{CS11} = 2938,14 - 2915 - 3,534m = 19,6 \text{ msnm}$$

$$Pe_{CS12} = 2938,14 - 2915 - 3,165m = 20,0 \text{ msnm}$$

$$Pe_{CS13} = 2938,14 - 2915 - 2,446m = 20,7 \text{ msnm}$$

$$Pe_{CS15} = 2938,14 - 2915 - 8,507m = 19,6 \text{ msnm}$$



Se quiere reducir las presiones 9.6m cada una de las casas con una válvula reductora de presión

Nuevas presiones entregadas.

$$Pe_{CS09} = 20,4 - 9,6 = 10,8m$$

$$Pe_{CS10} = 20,0 - 9,6 = 10,4m$$

$$Pe_{CS11} = 19,6 - 9,6 = 10,0m$$

$$Pe_{CS12} = 20,0 - 9,6 = 10,4m$$

$$Pe_{CS13} = 20,7 - 9,6 = 11,1m$$

$$Pe_{CS15} = 19,6 - 9,6 = 10,0m$$

Cotas Piezométrica a cada punto entre la intersección 1 y la casa 15

$$CT_{Piezometrica} = CT_{terreno} + Pe_{CS}$$

$$CT_{Piezometrica} = 2915 + 10,8m = 2925,8 m$$

$$CT_{Piezometrica} = 2915 + 10,4m = 2925,4 m$$

$$CT_{Piezometrica} = 2915 + 10,0m = 2925,0 m$$

$$CT_{Piezometrica} = 2915 + 10,4m = 2925,4 m$$

$$CT_{Piezometrica} = 2915 + 11,1m = 2926,1 m$$

$$CT_{Piezometrica} = 2910 + 10,0m = 2920,0 m$$

**Tabla 14. Diseño intersección 2 a la casa 20.**

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT2	169	0,000035		201	0,020003	4,02	2941
18			99,12				
19			153,83				
20			169				

Nombre del tramo: INTERSECCIÓN 2 A LA CASA 20.

Longitud del tramo: 169m

Caudal medio diario.

$$Q_{md} = \frac{P \cdot D_{bruta}}{86400s}$$

Ecuación 7.

Caudal medio diario intersección 4 y casa66.

$$Q_{md} = \frac{0,0252 \cdot 120}{86400s} = 0,000035 \text{ m}^3/s$$

Perdida de carga unitaria: 0,020003m

Perdida de carga en la intersección

$$Pc_{in} = L_{in} \cdot Pc_{unitaria}$$

$$Pc_{in} = 201 \cdot 0,020003 = 4,02 \text{ m}$$

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
Intersección 2	2923	13,98	2936,98	0,0059	26,98	0,0149	0,5849	3/4
Casa 20	2910	10	2920					

Presión en los puntos

$$P_i = (CT_{arranque} - CT_{inicial}) - Pc_{int} = m$$

Presión en la intersección

$$P_i = (2941 - 2923) - 4,02m = 13,98m$$

Presión en la casa 20

$$P_i = 10m$$

Cota Piezométrica

$$CT_{Piezometrica} = CT_{terreno} + P_i = m$$

$$CT_{Piezometrica} = 2923 + 13,98 m = 2936,98$$

$$CT_{Piezometrica} = 2910 + 10m = 2920$$

Pendiente J.

$$J = \frac{\left(\frac{CT_{terreno1}}{CT_{terreno2}}\right)}{L_{tramo}}$$

$$J = \frac{\left(\frac{2923}{2910}\right)}{169m} = 0,0059 m$$

Presión total

$$P_{TOTAL} = CT_{Piezometrica} - CT_{terreno}$$

$$P_{TOTAL} = 2936,98 - 2910 = 26,98 m$$

Calculo del diámetro

$$D = \left(\frac{Q}{0,2785 * C * J^{0,54}}\right)^{3/8}$$

$$D = \left(\frac{0,000035 \frac{m^3}{s}}{0,2785 * 150 * 0,0059^{0,54}}\right)^{3/8} = 0,0149 m$$

Diámetro en pulgadas

$$D'' = \frac{0,0149}{0,0254} = 0,5849''$$

Diámetros considerados

$$D'' = 3/4''$$

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Longitud Encontrada	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT 2	25	1,98	0,28	0,009633	169			
CS 18				0,95		2923	13,0	2936,0
CS 19				1,48		2904	31,5	2935,5
CS 20				1,63		2910	25,4	2935,4

Presión residual deseada: 25 m

Perdida de carga deseada

$$PC_{deseada} = P_{TOTAL} - P_{Residual}$$

$$PC_{deseada} = 26,98 - 25m = 1,98m$$

Velocidad: 0,28 m/s

Perdida de carga parcial J para una longitud de 169 m

$$J = \left( \left( \frac{Q_{md}}{(0,2785 * 150) * (D^{2.63})} \right)^{1.85} \right)$$

Ecuación 11.

$$J_{0,0127} = \left( \left( \frac{0.000035}{(0,2785 * 150) * (0.0127^{2.63})} \right)^{1.85} \right) = 0,0096333 \text{ m/m}$$

Perdida de carga parcial para cada uno de los puntos.

$$J = J * L_{parcial}$$

$$J_{CS 18} = 0,0096333 * 99,12m = 0,95 \text{ m}$$

$$J_{CS 19} = 0,0096333 * 153,83m = 1,48 \text{ m}$$

$$J_{CS\ 20} = 0,0096333 * 169m = 1,63\ m$$

Presiones entregadas.

$$Pe = CT_{Piezometrica} - CT_{terreno} - J$$

$$Pe_{CS18} = 2936,98 - 2923 - 0,95m = 13,0\ msnm$$

$$Pe_{CS19} = 2936,98 - 2904 - 1,48m = 31,5\ msnm$$

$$Pe_{CS20} = 2936,98 - 2910 - 1,63m = 25,4\ msnm$$

Cotas Piezométrica a cada punto entre la intersección 2 y la casa 20.

$$CT_{Piezometrica} = CT_{terreno} + Pe_{CS}$$

$$CT_{Piezometrica} = 2923 \pm 13,0m = 2936,0\ m$$

$$CT_{Piezometrica} = 2904 + 31,5m = 2935,5\ m$$

$$CT_{Piezometrica} = 2910 + 25,4m = 2935,4\ m$$

De esa forma se diseñó cada intersección de la red de distribución del acueducto de San Benito.

### 8.3. Diseño de las mallas San Benito poblado.

Método de Hardy Cross por corrección de caudales y ecuación de Darcy Weisbach.

Tabla 15. Iteración N°1, Valores asumidos (D), (Q) para los circuitos 1, 2 y 3.

CIRCUITO	TRAMO	L	D	Q (m <sup>3</sup> /s)
1	1-2	105	0,0254	0,0004
	2-4	84	0,0254	0,0004
	4-3	85	0,0254	0,0001
	3-1	84	0,0254	-0,0004
2	3-4	85	0,0254	-0,000026
	4-6	60	0,0254	0,000393
	6-5	88	0,0254	0,000092
	5-3	60	0,0254	-0,000410
3	5-6	88	0,0254	-0,000017
	6-8	48	0,0254	0,000300
	8-7	74	0,01905	0,000398
	7-5	48	0,0254	-0,000502

#### 8.3.1 Rugosidad absoluta Ks.

##### Tramo 1-2

$$\varepsilon = 0,0000015$$

$$Ks = \frac{\left(\frac{\varepsilon}{D}\right)}{3.7}$$

Ecuación 15.

$$Ks = \frac{\frac{\varepsilon}{0.0254}}{3.7} = 0,00001596$$

### 8.1.1. Velocidad.

$$V = \frac{Q}{A}$$

Ecuación 12.

$$V = \frac{0,0004015}{\left(\frac{\pi*(0.0254)^2}{4}\right)} = 0,792 \text{ m/s}$$

NOTA: Verificamos de la velocidad no sea mayor a 6 m/s.

### 8.3.2. Numero de Reynolds.

La viscosidad cinemática<sup>10</sup> ( $\vartheta$ )  $1,308 \times 10^{-6}$

$$R = \frac{D*V}{\vartheta}$$

Ecuación 13.

$$R = \frac{0.0254*0.792}{0,000001308} = 15387$$

Se continúa así para cada tramo en cada circuito hallando las velocidades y el número de Reynolds.

### 8.3.3. Factor de fricción con el método de Convergencia de Newton<sup>11</sup>

Se calcula en factor de fricción con el método de Convergencia de Newton para el cálculo del factor de fricción (f) de Darcy Weisbach.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = \left[ -2 \log \left( \frac{Ks}{3.7 * D} \right) + \left( \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right) \right]^{-2}$$

Ecuación 14.

<sup>10</sup> FRANK M. WHITE, Op. Cit., Pág. 787.

<sup>11</sup> SALDARRIAGA V. JUAN G. Op. Cit., Pág. 84

Se toma un factor de fricción inicial.

$$F_i = 0.001$$

$$\varepsilon = 0,0000015$$

Se halla la rugosidad absoluta  $K_s$

$$K_s = \left( \frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3.7} \right)$$

Ecuación 15.

$$K_s = \left( \frac{\frac{\varepsilon}{0.0254}}{3.7} \right) = 0.00001596$$

$$\left( \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right) = \frac{2.51}{(15387 * \sqrt{0.001})} = 0,005158$$

$$F_{i1} = \left( -2 \log \frac{0.00001596}{3.7 * 0,0254} + \frac{2.51}{(15387 * \sqrt{0,001})} \right)^{-2} = 0,05307117$$

$$F_{i2} = \left( -2 \log \frac{0.00001596}{3.7 * 0,0254} + \frac{2.51}{(15387 * \sqrt{0,05307117})} \right)^{-2} = 0,03593853$$

$$F_{i3} = \left( -2 \log \frac{0.00001596}{3.7 * 0,0254} + \frac{2.51}{(15387 * \sqrt{0,03593853})} \right)^{-2} = 0,03670862$$

$$F_{i4} = \left( -2 \log \frac{0.00001596}{3.7 * 0,0254} + \frac{2.51}{(15387 * \sqrt{0,03670862})} \right)^{-2} = 0,03666345$$

$$F_{i5} = \left( -2 \log \frac{0.00001596}{3.7 * 0,0254} + \frac{2.51}{(15387 * \sqrt{0,03666345})} \right)^{-2} = 0,03666606$$

$$F_{i6} = \left( -2 \log \frac{0.00001596}{3.7 * 0,0254} + \frac{2.51}{(15387 * \sqrt{0,03666606})} \right)^{-2} = 0,03666591$$



$$Fi7 = \left(-2\log \frac{0.00001596}{3.7*0,0254} + \frac{2.51}{(15387*\sqrt{0,03666592})}\right)^{-2} = 0,03666592$$

$$Fi8 = \left(-2\log \frac{0.00001596}{3.7*0,0254} + \frac{2.51}{(15387*\sqrt{0,03666592})}\right)^{-2} = 0,03666592$$

Este factor de fricción se debe hallar para cada tramo de cada circuito como se muestra en el ejercicio anterior.

Tabla 16. Resumen

CIRCUITO	TRAMO	L	D	$Q_i$ ( $m^3/s$ )	V ( $m/s$ )	R	f	$hf = f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$ (m)
1	1-2	105	0,0254	0,0004	0,792	15387	0,027740	3,67
	2-4	84	0,0254	0,0004	0,792	15387	0,027740	2,94
	4-3	85	0,0254	0,0001	0,198	3847	0,040430	0,27
	3-1	84	0,0254	-0,0004	0,792	15387	0,027740	-2,94
							$\Sigma$	3,94
2	3-4	85	0,0254	-0,000026	0,051	993	0,062775	-0,0280
	4-6	60	0,0254	0,000393	0,775	15050	0,027894	2,0171
	6-5	88	0,0254	0,000092	0,181	3509	0,027591	0,1591
	5-3	60	0,0254	-0,000410	0,810	15724	0,027591	-2,1781
							$\Sigma$	-0,03
3	5-6	88	0,0254	-0,000017	0,034	656	0,073145	-0,0147
	6-8	48	0,0254	0,000300	0,592	11502	0,029866	1,0092
	8-7	74	0,01905	0,000398	1,396	20324	0,025954	10,0071
	7-5	48	0,0254	-0,000502	0,990	19234	0,025954	-2,4524
							$\Sigma$	8,55

#### 8.3.4. Sumatoria de pérdidas totales

$$\frac{(\Sigma hf + \Sigma hm)}{Q_i}$$

Ecuación 17.

$$\frac{3,73}{0,0004} = 9139,79$$

$$\frac{2,94}{0,0004} = 7311,83$$

$$\frac{0,27}{0,0001} = 2695,91$$

$$\frac{2,94}{0,0004} = 7311,83$$

$$\Sigma = 9139,79 + 7311,83 + 2695,91 + 7311,83$$

$$\Sigma_1 = 26459$$

$$\Sigma = 3,73 + 2,94 + 0,27 + (-2,94)$$

$$\Sigma_2 = 3,94$$

NOTA: se hace el mismo procedimiento con el circuito 2 y 3.

### 8.3.5. Corrección de caudales.

Posteriormente se hace la corrección de caudal para esta primera parte, de igual forma para el circuito 2 y 3.

#### **Circuito 1**

$$\frac{\Sigma_2}{2 * \Sigma_1}$$

Ecuación 18.

$$\frac{3,94}{2 * 26459} = -0,00007446$$

$$\Delta Q = (-0,00007446) + Q_i$$

$$\Delta Q_1 = (-0,00007446) + 0,0004 = 0,000327 \text{ m}$$

$$\Delta Q_2 = (-0,00007446) + 0,0004 = 0,000327 \text{ m}$$

$$\Delta Q_3 = (-0,00007446) + 0,0001 = 0,000026 \text{ m}$$

$$\Delta Q_3 = (-0,00007446) + -0,0004 = -0,000476 \text{ m}$$

### **Circuito 2**

$$\frac{\Sigma_2}{2 * \Sigma_1}$$

$$\frac{-0,03}{2 * 13263} = 0,00000113$$

$$\Delta Q = (0,00000113) + Q_i$$

$$\Delta Q_1 = (0,00000113) + -0,000026 = -0,00002 \text{ m}$$

$$\Delta Q_2 = (0,00000113) + 0,000393 = 0,000318 \text{ m}$$

$$\Delta Q_3 = (0,00000113) + 0,000092 = 0,000017 \text{ m}$$

$$\Delta Q_3 = (0,00000113) + -0,000410 = -0,000485 \text{ m}$$

### **Circuito 3**

$$\frac{\Sigma_2}{2 * \Sigma_1}$$

$$\frac{8,55}{2 * 34269,24} = -0,00012474$$

$$\Delta Q = (-0,00012474) + Q_i$$

$$\Delta Q_1 = (-0,00012474) + -0,000017 = -0,00009 \text{ m}$$

$$\Delta Q_2 = (-0,00012474) + 0,000300 = 0,000226 \text{ m}$$

$$\Delta Q_3 = (-0,00012474) + 0,000397 = 0,000323 \text{ m}$$

$$\Delta Q_3 = (-0,00012474) + -0,000501 = -0,000576 \text{ m}$$

Los  $\Delta Q$  calculados para cada circuito ahora son los nuevos caudales iniciales en la iteración N° 2.

Tabla 17. Iteración N°2, Valores de (Q) para los circuitos 1, 2 y 3.

CIRCUITO	TRAMO	L	D	Q (m <sup>3</sup> /s)
1	1-2	105	0,0254	0,000327
	2-4	84	0,0254	0,000327
	4-3	85	0,0254	-0,000025
	3-1	84	0,0254	-0,0005
2	3-4	85	0,0254	0,000365
	4-6	60	0,0254	0,000318
	6-5	88	0,0254	-0,000092
	5-3	60	0,0254	-0,000485
3	5-6	88	0,0254	-0,000299
	6-8	48	0,0254	0,000226
	8-7	74	0,01905	0,000323
	7-5	48	0,0254	-0,000576

Nuevamente se calcula para cada circuito las velocidades de cada tramo y el número de Reynolds.

Se calcula en factor de fricción con el método de Convergencia de Newton para el cálculo del factor de fricción (f) de Darcy Weisbach, de acuerdo a como se desarrolló en la página 79.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = \left( -2 \log \frac{Ks}{3.7 * D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)^{-2}$$

Ecuación 14.

Tabla 18. Resumen

CIRCUITO	TRAMO	L	D	$Q_i$ ( $m^3/s$ )	V ( $m/s$ )	R	F	$hf = f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$ m
1	1-2	105	0,0254	0,000327	0,645	12533	0,029214	-2,56
	2-4	84	0,0254	0,000327	0,645	12533	0,029214	2,05
	4-3	85	0,0254	-0,000025	0,049	950	0,063783	0,03
	3-1	84	0,0254	-0,0005	0,939	18241	0,026600	-3,96
							$\Sigma$	-4,44
2	3-4	85	0,0254	0,000365	0,721	14003	0,028403	-2,5192
	4-6	60	0,0254	0,000318	0,628	12196	0,029419	1,3971
	6-5	88	0,0254	-0,000092	0,181	3509	0,026481	0,1527
	5-3	60	0,0254	-0,000485	0,957	18578	0,026481	-2,9181
							$\Sigma$	-3,89
3	5-6	88	0,0254	-0,000299	0,589	11444	0,029905	-1,8340
	6-8	48	0,0254	0,000226	0,445	8648	0,032189	0,6149
	8-7	74	0,0254	0,000323	0,638	12390	0,029300	1,7711
	7-5	48	0,0254	-0,000576	1,137	22087	0,029300	-3,6510
							$\Sigma$	-3,10

Se hace la sumatoria de pérdidas totales y sumatoria de pérdidas por ficción.

$$\frac{(\Sigma hf + \Sigma hm)}{Q_i}$$

Ecuación 17.

$$\frac{-2,56}{0,000327} = -7840,33$$

$$\frac{2,05}{0,000327} = 6272,27$$

$$\frac{0,03}{-0,000025} = -1050,35$$

$$\frac{-3,96}{-0,0005} = 8311,60$$

$$\Sigma = -7840,33 + 6272,27 + -1050,35 + 8311,60$$

$$\Sigma_1 = 5693$$

$$\Sigma = -2,56 + 2,05 + 0,03 + (-3,96)$$

$$\Sigma_2 = -4,44$$

NOTA: se hace el mismo procedimiento con el circuito 2 y 3.

Posteriormente se hace la corrección de caudal en la iteración 2, para el circuito 1, 2 y 3 como se muestra en la página 51.

### Circuito 1

$$\frac{\Sigma_2}{2 * \Sigma_1}$$

Ecuación 18.

$$\frac{-4,44}{2 * 5693} = 0,00039018$$

$$\Delta Q = (0,00039018) + Q_i$$

$$\Delta Q_1 = (0,00039018) + 0,000327 = 0,000717 \text{ m}$$

$$\Delta Q_2 = (0,00039018) + 0,000327 = 0,000717 \text{ m}$$

$$\Delta Q_3 = (0,00039018) + -0,000025 = 0,000365 \text{ m}$$

$$\Delta Q_3 = (0,00039018) + -0,0005 = -0,000086 \text{ m}$$

Tabla 19. Resumen de iteración completada.

CIRCUITO	TRAMO	L	D	$Q_i$ ( $m^3/s$ )	V ( $m/s$ )	R	F	$hf = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g}$ m	$\frac{(\sum hf + \sum hm)}{Q_i}$	$\Delta Q$ ( $m^3/s$ )
1	1-2	105	0,0254	0,000327	0,645	12533	0,029214	-2,56	-7840,33	0,000717
	2-4	84	0,0254	0,000327	0,645	12533	0,029214	2,05	6272,27	0,000717
	4-3	85	0,0254	-0,000025	0,049	950	0,063783	0,03	-1050,35	0,000365
	3-1	84	0,0254	-0,0005	0,939	18241	0,026600	-3,96	8311,60	-0,000086
							$\Sigma$	-4,44	5693	
										0,00012431
2	3-4	85	0,0254	0,000365	0,721	14003	0,028403	-2,5192	6894,45	0,00076
	4-6	60	0,0254	0,000318	0,628	12196	0,029419	1,3971	4390,12	0,000708
	6-5	88	0,0254	-0,000092	0,181	3509	0,026481	0,1527	-1667,74	0,000299
	5-3	60	0,0254	-0,000485	0,957	18578	0,026481	-2,9181	6019,72	-0,000095
							$\Sigma$	-3,89	15636,5461	
										0,00007493
3	5-6	88	0,0254	-0,000299	0,589	11444	0,029905	-1,8340	6141,58	0,00009
	6-8	48	0,0254	0,000226	0,445	8648	0,032189	0,6149	2725,02	0,000616
	8-7	74	0,0254	0,000323	0,638	12390	0,029300	1,7711	5478,34	0,000713
	7-5	48	0,0254	-0,000576	1,137	22087	0,029300	-3,6510	6334,87	-0,000186
							$\Sigma$	-3,10	20679,8118	

Como las sumatorias de las pérdidas por fricción y las pérdidas menores ( $hf+\Sigma hm$ ) son cero (0) o menores en los tres circuitos, el proceso debe parar. Esto significa que se está cumpliendo la ecuación de conservación de la energía en cada circuito. En el momento de para el proceso las correcciones de caudales ( $\Delta Q$ ) resultantes son muy pequeñas<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> SALDARRIAGA V. JUAN G. Óp. Cit., Pág.312.

Tabla Resumen.

Presiones en los nodos malla San Benito Poblado						
Diseño	Tramo	Diámetro "	Cota m	Perdidas (m)	Presión entregada (m)	Cota Piezométrica (m)
	NODO 1	1"	2640	0	18	2658
NODO 2			2641	2,56	14	2655
	NODO 3		2633	3,96	21	2654
NODO4			2633	2,51	22	2655
	NODO 6		2626	1,39	31	2657
NODO5			2626	1,83	30	2656
	NODO7		2622	3,65	32	2654
NODO 8			2619	1,77	37	2656
	NODO 9		2612	0,91	45	2657

Tabla Resumen.

Presiones en los nodos malla EL Jazmín Poblado						
Diseño	Tramo	Diámetro "	Cota (m)	Perdidas (m)	Presión entregada (m)	Cota Piezométrica (m)
	NODO1	1"	2668	0	25	2693
NODO 2			2668	2,21	23	2691
	NODO 3		2630	10,45	53	2683
NODO 4			2626	4,92	62	2688

#### 8.4. FASE III

##### 8.4.2. Modelación Hidráulica.

La modelación hidráulica se realizó por medio del software EPANET, esta aplicación permite el uso de imágenes de fondo que servirán como plantillas para realizar el trazado de la red, una vez cargada la imagen inicia el proceso de modelación. El proceso práctico de esta modelación inicia con reservorios que semejan a una fuente hídrica, luego de esto los nodos que serán los puntos de distribución y por ultimo las tuberías.



En este proceso de modelación solo se utilizó un reservorio debido a conformación de la red, la configuración de este radica únicamente en la cota de elevación ya que este se comporta como una fuente inagotable de suministro de agua.

Se utilizaron un total de 3 tanques de almacenamiento, y su configuración se basa en cota altura, cotas de niveles máximos y mínimos de reserva del tanque.

Fueron necesarios la instalación de 156 nodos durante el recorrido de la red de distribución y su configuración está basada en cotas de elevación y demanda base. Algunos de los nodos que sirven como intersecciones presentan demandas de 0 l/s debido a que solo sirven como derivaciones.

La configuración de las tuberías se basa en las longitudes, diámetros y el factor de rugosidad se configura desde un inicio debido a que se utilizó el mismo material en toda la red, pvc en este caso.

El proceso de modelación se debe ejecutar durante la instalación de cada nodo tramo de tubería debido a que la aplicación presenta fallas en algunas ocasiones, una vez se han instalado todos los elementos de la red, se modela e inicia el proceso de verificación del sistema y se verificaron las presiones en los nodos y debido a la topografía del terreno se encontraron presiones por encima de los 100 mca,

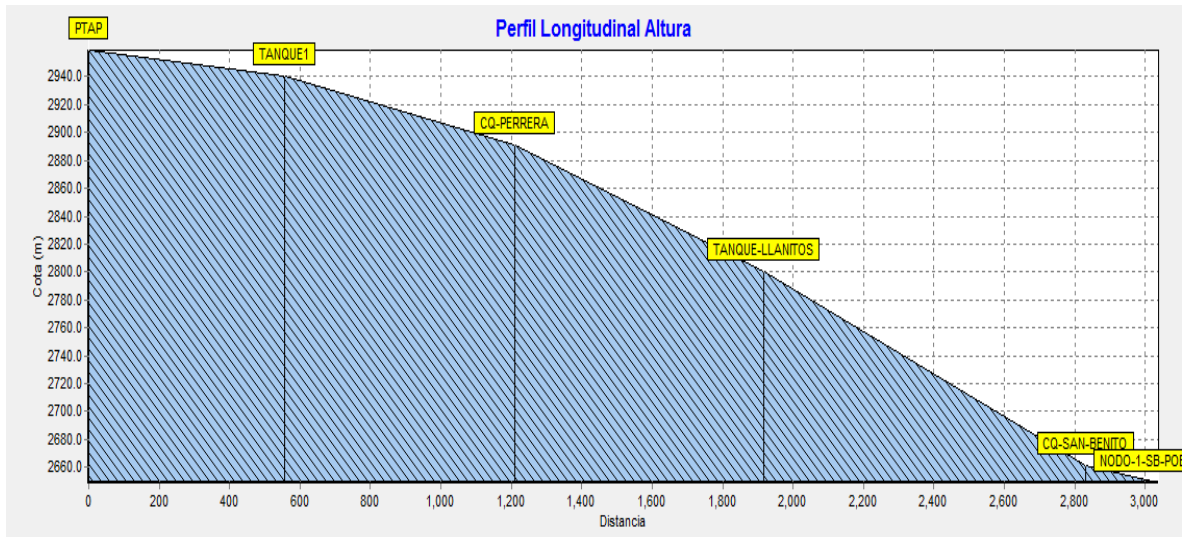
Seguido a esto de implementaron válvulas de rotura de carga con el fin de aliviar las presiones en el sistema contando así con presiones que oscilan entre los 10 y 50 mca que son los reglamentarios para que el sistema opere de forma adecuada.

El software cuenta con herramientas graficas que permiten la interpretación del comportamiento del sistema. Es así como a continuación se encuentran las gráficas de presiones en los nodos, gradiente hidráulico y alturas, además se encuentra una tabla resumen en donde se encuentran los datos de velocidad, caudal y presión. En todo el sistema no se encuentran velocidades por encima de los 6 m/s que es lo máximo permitido.

Realizar ajustes al sistema.

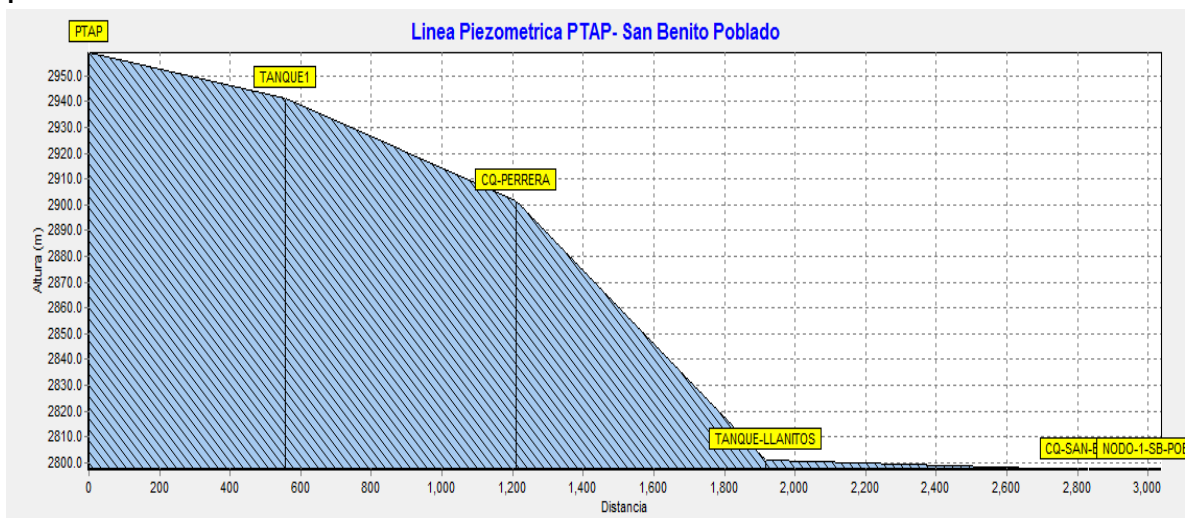
La modelación hidráulica es un escenario en donde se puede comprobar el diseño realizado. Para esta modelación se encontraron valores de presión, caudales y línea de gradiente hidráulico muy similar, además se pudo comprobar que debido al exceso de presión en el sistema es necesaria la implementación de válvulas reguladoras de presión para que el sistema opere de forma adecuada.

Figura. Perfil longitudinal de presión desde la planta de tratamiento a San Benito poblado.



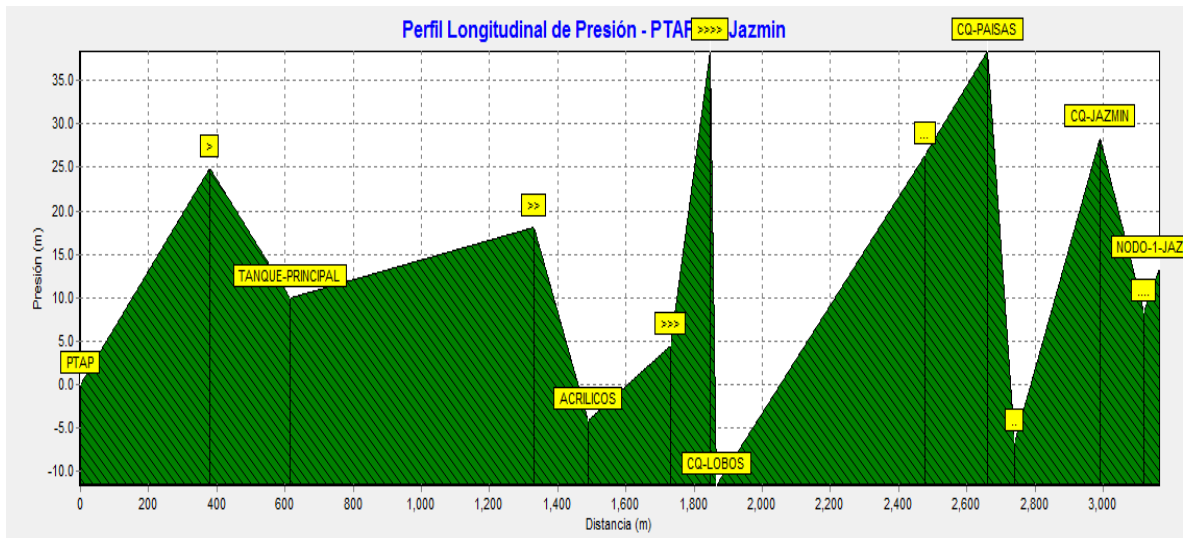
Autores: Marcela Aranda, Carlos Varón, Octubre De 2015

Figura. Perfil longitudinal de la línea Piezométrica de la planta de tratamiento hasta San Benito poblado.



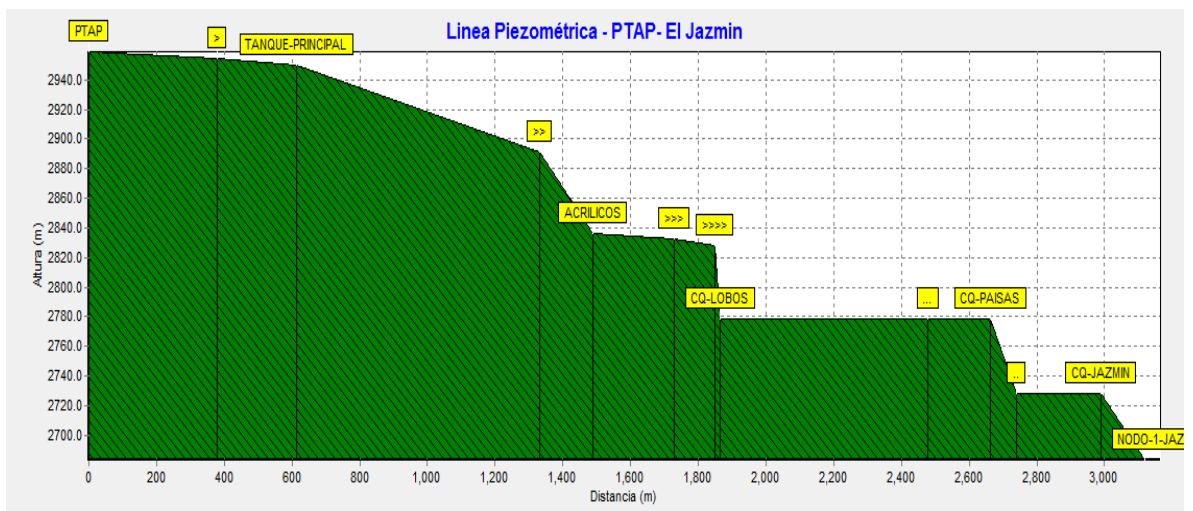
Autores: Marcela Aranda, Carlos Varón, Octubre De 2015

Figura. Perfil longitudinal de presión desde la planta de tratamiento hasta el sector del Jazmín.



Autores: Marcela Aranda, Carlos Varón, Octubre De 2015

Figura. Perfil longitudinal de la línea Piezométrica de la planta de tratamiento hasta e sector del Jazmín.



Autores: Marcela Aranda, Carlos Varón, Octubre De 2015

## 9. CONCLUSIONES

El diseño de la red de distribución del sistema de acueducto permitió incorporar el uso de nuevas herramientas tecnológicas que facilitan el trabajo y ofrecen un margen de seguridad alto; la implementación de estos sistemas permitirán realizar estudios de pre factibilidad de sistemas de acueductos rurales a bajo costo debido a que no será necesario desplazar equipos grandes y recurso humano hasta el sitio del proyecto.

De otro lado una de las limitaciones del proyecto es la disponibilidad de información de la red actual, censos y planos. Debido a que la junta administradora local no cuenta con la información detallada escrita del sistema de acueducto de la vereda, y por parte de la alcaldía la información que se pudo adquirir fue muy poca.

Para poder realizar un ajuste al sistema de distribución sería de gran importancia poder contar con las mediciones que realiza la junta administradora local tanto en la planta de tratamiento como las realizadas en cada uno de los usuarios, esto permitirá dar una visión más completa sobre el comportamiento de los consumos en el sistema.

Los diámetros con los cuales se diseñó la nueva red de distribución son económicos de adquirir y teniendo en cuenta que la junta administradora local almacena más de 2km de tubería surtida con diámetros entre 2 ½" y 1" el proyecto tiene gran viabilidad de desarrollo. Además otra de las ventajas que tiene el sector es la cercanía con Bogotá D.C. lo cual facilita la adquisición de accesorios para implementación del sistema, por otro lado debido a que el sector es rural es fácil conseguir mano de obra no calificada para los procesos de excavación manual y transporte de materiales hasta los sitios de difícil acceso.

En la visita a la bocatoma del sistema se pudo observar que cerca de la captación existen cultivos de fresa y papa, los cuales contaminan las fuentes hídricas durante los procesos de fumigación, por otro lado los predios donde se realiza la captación son privados y los pastos están dedicados al engorde de ganado, lo cual contribuye a la contaminación de la fuente de abastecimiento. Para lo cual se recomienda que la junta administradora local ponga este caso en conocimiento de la CAR, con el fin de proteger las fuentes hídricas que abastecen a los sectores de San Benito y Pablo Neruda.

## 10 BIBLIOGRAFIA

MINISTERIO DE VIVIENDA," Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS 2000", Título B Sistemas de Acueducto, sección B2.

VENNARD, John K, STREET, Robert L. Elementos de Mecánica de los Fluidos, México: Compañía editorial Continental, S.A de C.V.

CORCHO R FREDDY, DUQUE S JOSE Acueductos. Teoría y Diseño, primera edición, departamento de publicaciones Universidad de Medellín 1993.

Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM, Capítulo 5.4 Redes De Distribución. Primera Edición por Printed in Colombia 2009.

ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Ley 142 de 1994 11 Julio, de Alcaldía de Bogotá 1994.

UNIVERSIDAD DEL VALLE, Instituto de investigación y desarrollo en agua potable, saneamiento básico y conservación del recurso hídrico Mayo 13 de 2001.

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ, Especificaciones técnica, Redes Menores de Acueducto.

SALDARRIAGA V. JUAN G. Hidráulica De Tuberías, Universidad de los Andes, 1998.

## 10. ANEXOS

Inventario de viviendas.

SIBATÉ CUNDINAMARCA, VEREDA SAN BENITO		
NUMERACION	SUSCRIPTOR	COTA
#	#	m
1	A1	2619
2	A2	2624
3	A3	2625
4	A4	2625
5	A5	2625
6	A6	2628
7	A11	2642
8	A12	2642
9	A13	2641
10	A14	2641
11	134	2635
12	135	2625
13	136	2641
14	137	2642
15	138	2645
16	139	2645
17	140	2645
18	141	2645
19	142	2649
20	143	2649
21	144	2656
22	145	2649
23	209	2661
24	210	2661

SIBATÉ CUNDINAMARCA, VEREDA SAN BENITO		
NUMERACION	SUSCRIPTOR	COTA
#	#	m
25	146	2646
26	147	2640
27	153	2629
28	154	2629
29	163	2633
30	164	2633
31	165	2633
32	166	2633
33	167	2629
34	168	2627
35	169	2627
36	170	2627
37	170F	2627
38	171	2629
39	172	2629
40	173	2629
41	174	2629
42	175	2627
43	176	2627
44	177	2627
45	178	2627
46	179	2627
47	180	2626
48	181	2626

SIBATÉ CUNDINAMARCA, VEREDA SAN BENITO		
NUMERACION	SUSCRIPTOR	COTA
49	182	2626
50	183	2625
51	184	2625
52	185	2625
53	186	2625
54	187	2625
55	188	2623
56	189	2623
57	190	2623
58	191	2623
59	192	2622
60	193	2622
61	194	2622
62	195	2621
63	196	2621
64	197	2621
65	198	2633
66	199	2633
67	200	2630
68	201	2633
69	202	2634
70	203	2636
71	204	2641
72	205	2633
73	206	2633

SIBATÉ CUNDINAMARCA, VEREDA SAN BENITO		
NUMERACION	SUSCRIPTOR	COTA
74	207	2636
75	208	2641
76	212	2637
77	213	2617
78	214	2615
79	215	2613
80	216	2613
81	217	2612
82	217F	2612
83	218	2613
84	219	2614
85	220	2612
86	221	2613
87	222	2615
88	223	2620
89	224	2612
90	225	2615
91	226	2615
92	227	2615
93	228	2615
94	229	2620
95	230	2612
96	240	2617
97	241	2623
98	327	2607

SIBATÉ CUNDINAMARCA, VEREDA SAN BENITO		
NUMERACION	SUSCRIPTOR	COTA
99	142	2649
100	143	2649
101	144	2656
102	145	2649
103	209	2661
104	210	2662
105	250	2668
106	251	2667
107	252	2663
108	253	2661
109	254	2659
110	255	2654
111	256	2650
112	257	2647
113	258	2645
114	259	2643
115	260	2641
116	261	2641
117	262	2639
118	263	2638
119	264	2637
120	265	2636
121	266	2634
122	267	2636
123	268	2630

SIBATÉ CUNDINAMARCA, VEREDA SAN BENITO		
NUMERACION	SUSCRIPTOR	COTA
124	269	2630
125	304	2660
126	305	2662
127	306	2666
128	307	2668
129	308	2668
130	309	2668
131	310	2666
132	311	2669
133	312	2670
134	242	2688
135	243	2685
136	244	2630
137	245	2619
138	246	2611
139	247	2615
140	248	2613
141	249	2624
142	289	2688
143	290	2730
144	291	2740
145	292	2715
146	293	2730
147	313	2704
148	314	2710

SIBATÉ CUNDINAMARCA, VEREDA SAN BENITO		
NUMERACION	SUSCRIPTOR	COTA
149	315	2715
150	316	2720
151	317	2732
152	318	2685
153	319	2735
154	320	2740
155	321	2740
156	270	2630
157	271	2637
158	272	2639
159	273	2639
160	274	2638
161	275	2636
162	276	2626
163	277	2628
164	278	2626
165	279	2626
166	280	2636
167	281	2648
168	282	2648
169	283	2649
170	284	2652
171	285	2625

SIBATÉ CUNDINAMARCA, VEREDA SAN BENITO		
NUMERACION	SUSCRIPTOR	COTA
172	286	2626
173	287	2627
174	288	2630
175	298	2636
176	299	2638
177	300	2649
178	301	2650
179	302	2652
180	303	2635
181	312	2670
182	93	2756
183	94	2748
184	96	2749
185	97	2740
186	98	2728
187	99	2728
188	100	2721
189	101	2721
190	102	2719
191	103	2719
192	104	2719
193	105	2719
194	111	2703

SIBATÉ CUNDINAMARCA, VEREDA SAN BENITO		
NUMERACION	SUSCRIPTOR	COTA
195	113	2676
196	211	2673
197	143F	2676
198	95	2750
199	106	2740
200	107	2721
201	108	2719
202	109	2717
203	110	2716
204	112	2720
205	76	2770
206	77	2772
207	118	2635
208	119	2635
209	120	2631
210	121	2629
211	122	2630
212	123	2630
213	124	2629
214	125	2625
215	126	2621
216	127	2621
217	128	2623



SIBATÉ CUNDINAMARCA,		
NUMERACION	SUSCRIPTOR	COTA
218	129	2626
219	130	2630
220	131	2630
221	133	2631
222	115	2675
223	116	2665
224	117	2665
225	H1	2665
226	H2	2668
227	H3	2670
228	H4	2670
229	H5	2672
230	H6	2673
231	H7	2676
232	H8	2678
233	H9	2678
234	H10	2678
235	H11	2678
236	49	2665
237	50	
238	78	2775
239	79	2775
240	80	2768
241	81	2769
242	82	2768

SIBATÉ CUNDINAMARCA,		
NUMERACION	SUSCRIPTOR	COTA
243	83	2758
244	84	2758
245	85	2760
246	86	2759
247	87	2772
248	88	2771
249	89	2770
250	90	2765
251	90A	2743
252	90F	2745
253	91	2744
254	92	2750
255	322	2770
256	323	2765
257	324	2765
258	325	2775
259	326	2775
260	9	2915
261	10	2915
262	11	2915
263	12	2915
264	13	2915
265	14	2912
266	15	2910
267	16	2910

SIBATÉ CUNDINAMARCA,		
NUMERACION	SUSCRIPTOR	COTA
268	17	2910
269	18	2923
270	19	2904
271	20	2910
272	25	2910
273	26	2910
274	51	2837
275	52	284
276	53	2848
277	54	2844
278	55	2848
279	56	2838
280	57	2838
281	58	2840
282	59	2879
283	60	2879
284	61	2879
285	62	2880
286	63	2876
287	64	2873
288	65	2875
289	66	2873
290	73	2828
291	5	2920
292	6	2912

SIBATÉ CUNDINAMARCA, VEREDA SAN		
NUMERACION	SUSCRIPTOR	COTA
293	7	2910
294	8	2918
295	21	2882
296	22	2882
297	23	2885
298	24	2890
299	67	2857
300	68	2855
301	69	2853
302	70	2855
303	71	2842
304	72	2835
305	4	2919
306	27	2905
307	28	2900
308	29	2900
309	30	2898
310	31	2895
311	32	2893
312	33	2800
313	34	2790
314	35	2846
315	36	2846
316	37	2830

SIBATÉ CUNDINAMARCA, VEREDA SAN		
NUMERACION	SUSCRIPTOR	COTA
317	37	2827
318	38	2798
319	39	2788
320	39F	2789
321	40	2792
322	41	2761
323	42	2768
324	43	2773
325	47	2807
326	48	2705
327	TANQUE1	2940
328	1	2934
329	2	2936
330	3	2934
331	TANQUE1	2940
332	1	2934
333	2	2936
334	3	2934

## TANQUE 1 - ARENERA

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
	(m)		inicial (msnm)	final (msnm)			
TANQUE 1 - ARENERA	980	0,000160	2940	2853	87	10	77

TRAMO	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considera-dos.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2
	hf (m)					
TANQUE 1 - ARENERA	0,07857143	3/4	0,56	0,005498	517	2,8
		1/2	1,26	0,160276	463	74,2

TRAMO	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)			
TANQUE 1 - ARENERA	28	2775	22,2	2797,2
	77	2756	-33,0	2723,0

### TANQUE 1 - SANTA ROSA

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
			inicial (msnm)	final (msnm)			
TANQUE 1 - SANTA ROSA	2360	0,0002	2940	2705	235	20	215

TRAMO	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considera-dos.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2
	hf (m)	(Pulg)	(m/s)	(m/m)	(m)	(m)
TANQUE 1 - SANTA ROSA	0,09110169	2	0,45	0,010759	1734	18,7
		1 1/2	1,82	0,313649	626	196,3

TRAMO	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(msnm)	(m)	(msnm)
TANQUE 1 - SANTA ROSA	18,7	2746	18,7	2737,3
	215,0	2710	49,0	2541,0

TANQUE LLANITOS - TANQUE HOYITO

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
	(m)		inicial (msnm)	final (msnm)			
TANQUE LLANITOS - TANQUE HOYITO	800	0,0004	2800	2700	100	0	100

TRAMO	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considerados.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2
	hf (m)					
TANQUE LLANITOS - TANQUE HOYITO	0,125	2	0,31	0,023394	677	15,8
		1	1,23	0,681983	123	84,2

TRAMO	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)			
TANQUE LLANITOS - TANQUE HOYITO	15,8	2746	15,8	2740,2
	100,0	2710	54,0	2656,0

## CÁMARA DE QUIEBRE EL HOYITO- CÁMARA DE QUIEBRE EL HOYITO 2

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
	(m)		inicial (msnm)	final (msnm)			
CQ HOYITO- CQ HOYITO 2	327	0,0002	2750	2700	50	38	12

TRAMO	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considera-dos.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2
	hf (m)					
CQ HOYITO- CQ HOYITO 2	0,03669725	3/4	0,71	0,033993	323	11,0
		1/2	1,59	0,244433	4	1,0

TRAMO	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)			
CQ HOYITO- CQ HOYITO 2	11,0	2700	45,0	2745,0
	12,0	2700	44,0	2744,0

### CÁMARA DE QUIEBRE EL HOYITO 2 -TANQUE

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
	(m)		inicial (msnm)	final (msnm)			
CQ HOYITO 2 - TANQUE	178	0,0002	2700	2665	35	29	6

TRAMO	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considerados.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2
	hf (m)					
CQ HOYITO 2 - TANQUE	0,03370787	3/4	0,71	0,033993	178	6,1

TRAMO	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)			
CQ HOYITO 2 -TANQUE	6,1	2665	28,9	2693,9

TANQUE- CASA 122

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
			inicial (msnm)	final (msnm)			
TANQUE- CS 122	84	0,0002	2665	2630	35	30	5

TRAMO	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considera-dos.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2
	hf (m)	(Pulg)	(m/s)	(m/m)	(m)	(m)
TANQUE- CS 122	0,05952381	3/4	0,60	0,024935	65	1,6
		1/2	1,34	0,179299	19	3,4

TRAMO	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(msnm)	(m)	(msnm)
TANQUE- CS 122	1,63	2630		
	5,00	2630	30,0	2660,0



CAMARA DE QUIEBRE PAISAS - CAMARA DE QUIEBRE PINOS

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
	(m)		inicial (msnm)	final (msnm)			
CQ PAISAS	450	0,0001	2740	2690	50	35	15
CQ-PINOS							

TRAMO	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considera-dos.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2
	hf (m)			(Pulg)		(m/s)
CQ PAISAS	0,0333333	3/4	0,28	0,006327	140	0,9
CQ-PINOS		1/2	0,64	0,045493	310	14,1

TRAMO	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(msnm)	(m)	(msnm)
CQ PAISAS	0,88	2630		
CQ-PINOS	15,00	2630	20,0	2650,0

## CÁMARA DE QUIEBRE LOS PINOS INTERSECCIÓN 25

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
	(m)		inicial (msnm)	final (msnm)			
CQ-PINOS INT 25	719	0,0001	2690	2613	77	45	32

TRAMO	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considera-dos.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2
	hf (m)					
CQ-PINOS INT 25	0,04450626	1/2	0,64	0,045319	719	32,6
		1/4	2,56	1,326192	0	-0,6

TRAMO	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)			
CQ-PINOS INT 25	32,61	2630		
	32,00	2630	13,0	2633,0

## TANQUE – CAMARA DE QUIEBRE LA ARENERA

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
	(m)		inicial (msnm)	final (msnm)			
TANQUE - CQ ARENERA	295	0,0002	2940	2890	50	40	10

TRAMO	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considera-dos.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2
	hf (m)					
TANQUE - CQ ARENERA	0,03389831	3/4	0,56	0,022548	271	6,1
		1/2	1,27	0,162134	24	3,9

TRAMO	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)			
TANQUE - CQ ARENERA	6,1	2925	18,9	2933,89
	10,0	2890	40,0	2930,0

### CÁMARA DE QUIEBRE ARENERA – INTERSECCIÓN 35

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
	(m)		inicial (msnm)	final (msnm)			
CQ ARENERA - CS INT- 35	686	0,0001	2890	2853	39	30	9

TRAMO	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considerados.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2
	hf (m)					
CQ ARENERA - CS INT- 35	0,01311953	3/4	0,40	0,012099	677	8,2
		1/2	0,91	0,087004	9	0,8

TRAMO	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)			
CQ ARENERA - CS INT- 35	8,2	2853	28,8	2881,81
	9,0	2853	28,0	2883,0

### TANQUE - CÁMARA DE QUIEBRE SANTA ROSA

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
			inicial (msnm)	final (msnm)			
TANQUE - CQ SANTA ROSA	532	0,0002	2940	2893	47	40	7

TRAMO	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considerados.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2
	hf (m)	(Pulg)	(m/s)	(m/m)	(m)	(m)
TANQUE - CQ SANTA ROSA	0,01315789	1	0,41	0,008933	450	4,0
		3/4	0,73	0,036215	82	3,0

TRAMO	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(msnm)	(m)	(msnm)
TANQUE - CQ SANTA ROSA	4,0	2895	41,0	2935,98
	7,0	2893	40,0	2933,0

CÁMARA DE QUIEBRE SANTA ROSA - CÁMARA DE QUIEBRE SANTA ROSA2

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
	(m)		inicial (msnm)	final (msnm)			
CQ SANTA ROSA- CQ STROSA2	868	0,0002	2893	2846	47	40	7

TRAMO	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considerados.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2
	hf (m)					
CQ SANTA ROSA- CQ STROSA2	0,00806452	1	0,34	0,006285	788	4,9
		3/4	0,60	0,025480	80	2,1

TRAMO	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)			
CQ SANTA ROSA- CQ STROSA2	4,9	2880	8,1	2888,05
	7,0	2846	40,0	2886,0

CÁMARA DE QUIEBRE SANTA ROSA2 - CÁMARA DE QUIEBRE SANTA ROSA3

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	COTA DEL TERRENO		Presión Total	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada
	(m)		inicial (msnm)	final (msnm)			
CQ STROSA2- CQ STROSA3	348	0,0001	2846	2796	50	40	10

TRAMO	Perdida de Carga unitaria deseada	Diámetros Considerados.	Velocidad	Perdida de Carga Unitaria J	Longitud Encontrada	Perdida de Carga Tramo hf1-hf2
	hf (m)					
CQ STROSA2 - CQ STROSA3	0,02873563	3/4	0,28	0,006327	149	0,9
		1/2	0,64	0,045493	199	9,1

TRAMO	Perdida de Carga Acumulada	Cota terreno al final del tramo	Presión entregada	Cota Piezométrica
	(m)			
CQ STROSA2 - CQ STROSA3	0,9	2827	18,1	2845,06
	10,0	2796	40,0	2836,0

Intersección 3 el Jazmín casa 25.

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT3	230	0,000046		216	0,020003	4,32	2941
CS 16			105,2				
CS 17			86,9				
CS 25			230				
CS 26			223,9				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 3	2923	13,68	2936,68	0,0044	26,68	0,0175	0,6898	1/2
CASA 25	2910		2920					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Longitud Encontrada	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT 3	23	3,68	0,36	0,01597	230			
CS 16				1,68		2910	25,0	2935,0
CS 17				1,39		2910	25,3	2935,3
CS 25				3,67		2910	23,0	2933,0
CS 26				3,58		2910	23,1	2933,1



Intersección 4 el Jazmín casa 66.

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT4	168	0,000046		695	0,020003	13,90	2940
61			104,6				
62			73,06				
63			135,51				
64			136,83				
65			155				
66			155				
59			168				
60			168				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 4	2890	36,10	2926,10	0,2149	46,10	0,0080	0,3134	1/2
CASA 66	2880		2890					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT 66	43	3,10	0,36	0,0159716			-30,0	
CS 61				1,7	2879	45,43	15,43	2894,4
CS 62				1,2	2880	44,93	14,93	2894,9
CS 63				2,2	2876	47,93	17,93	2893,9
CS 64				2,2	2873	50,91	20,91	2893,9
CS 65				2,5	2875	48,62	18,62	2893,6
CS 66				2,5	2873	50,62	20,62	2893,6
CS 59				2,7	2857	66,41	36,41	2893,4
CS 60				2,7	2879	44,41	14,41	2893,4

Intersección 5 el Jazmín casa 47.

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT5	920	0,00014		370	0,02000288	7,40	2891
CS 44			280				
CS 45			230				
CS 46			610				
CS 47			910				
CS 51			370				
CS 52			330				
CS 53			320				
CS 54			220				
CS 55			150				
CS 56			100				
CS 57			70				
CS 58			70				

TRAMO	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 5	2840	43,60	2883,60	0,0833	76,60	0,0146	0,5764	3/4
CASA 47	2807		2807					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Longitud Encontrada	Cota terreno	Presión Entrega da	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT 5	10	66,60	1,11	0,004294	402			-24,10	
CS 44				0,125194	518				
CS 45				1,0		2830	52,61	28,51	2858,51
CS 46				2,6		2822	58,98	34,88	2856,88
CS 47				3,9		2807	72,69	48,59	2855,59
CS 51				1,6		2837	45,01	20,91	2857,91
CS 52				1,4		2840	42,18	18,08	2858,08

CS 53				1,4		2848	34,22	10,12	2858,12
CS 54				0,9		2844	38,65	14,55	2858,55
CS 55				0,6		2848	34,95	10,85	2858,85
CS 56				0,4		2838	45,17	21,07	2859,07
CS 57				0,3		2838	45,30	21,20	2859,20
CS 58				0,3		2840	43,30	19,20	2859,20

Intersección 7 el Jazmín casa 73.

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT7	23	0,000012	136	0,014000	1,90	2840
CASA 73			54	0,04146101	2,24	
				Σ	4,14	

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 7	2825	10,86	2835,86	0,0373	10,86	0,0069	0,2700	1/2
CASA 73	2825		2835					

	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT 7	10	0,86	0,09	0,0013			
CASA 73				0,86	2825	10,00	2835,0

Intersección 8 el Jazmín casa 324.

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT 8	311	0,000069		136	0,014000	1,90	2840
				286	0,04146101	11,86	
CS 80			249,2				
CS 81			290,1				
CS 82			311				
CS 322			292				
CS 323			215,85				
CS 324			172				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 8	2790	36,24	2826,24	0,1487	56,24	0,0100	0,3931	1/2
CS 324	2770		2780					

	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT 8	10	46,24	0,54	0,0338				
CS 80				37,1	2768	21,19		2789,2
CS 81				43,1	2769	14,11		2783,1
CS 82				46,2	2768	12,00		2780,0
CS 322				43,4	2770	12,82		2782,8
CS 323				32,1	2765	29,15		2794,1
CS 324				25,6	2765	35,67		2800,7

Intersección 9 el Jazmín casa 326.

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT 9	291	0,000046		136	0,014000	1,90	2840
				286	0,0414610	11,86	
CS 78			248				
CS 79			208				
CS 325			236				
CS 326			291				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 9	2790	36,24	2826,24	0,1417	51,24	0,0087	0,3410	1/2
CASA 326	2775		2785					

	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT 9	10	41,24	0,36	0,016				
CS 78				35,14	2775	16,09		2791,1
CS 79				29,48	2775	21,76		2796,8
CS 325				33,44	2775	17,79		2792,8
CS 326				41,24	2775	10,00		2785,0

Intersección 12A el Jazmín casa 86.

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT 12 A	119	0,000046		431	0,002168	0,93	2790
					0,02602634	0,00	
CS 83			119				
CS 84			100				
CS 85			66				
CS 86			26				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 12	2775	14,07	2789,07	0,1602	29,07	0,0084	0,3326	1/2
CASA 86	2760		2770					

	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT 12	10	19,07	0,36	0,016				
CS 83				16,86	2758	14,20		2772,2
CS 84				14,17	2758	16,89		2774,9
CS 85				9,35	2760	19,71		2779,7
CS 86				3,68	2759	26,38		2785,4

Intersección 12B el Jazmín casa 90.

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT 12 B	260	0,000093		431	0,002168	0,93	2790
					0,02602634	0,00	
CS 87			72				
CS 88			120				
CS 89			156				
CS 90			227				
CS 91			260				
CS 92			292				
CS 90A			259				
CS 90F			260				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 12B	2775	14,07	2789,07	0,0272	17,07	0,0158	0,6203	1/2
CASA 90	2772		2782					

	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
	10	7,07	0,73	0,059				
CS 87				1,96	2772	15,11		2787,1
CS 88				3,26	2771	14,80		2785,8
CS 89				4,24	2770	14,83		2784,8
CS 90				6,17	2765	17,90		2782,9
CS 91				7,07	2743	39,00		2782,0
CS 92				7,94	2745	36,13		2781,1
CS 90A				7,04	2744	38,03		2782,0
CS 90F				7,07	2750	32,00		2782,0

Intersección 13 el Jazmín casa 292.

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT 13	246	0,000081		662	0,002168	1,44	2790
					0,02602634	0,00	
CS 290		154					
CS 291		131					
CS 292		246					
CS 293		141					
CS 294		88					
CS 295		67					
CS 296		51					

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 13	2765	23,56	2788,56	0,1242	30,56	0,0110	0,4329	1/2
CS 292	2758		2768					

	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT 13	10	20,56	0,64	0,045				
CS 290				19,13	2730	39,43		2769,4
CS 291				16,28	2740	32,29		2772,3
CS 292				30,56	2715	43,00		2758,0
CS 293				17,52	2730	41,05		2771,0
CS 294				10,93	2743	34,63		2777,6
CS 295				8,32	2745	35,24		2780,2
CS 296				6,34	2758	24,23		2782,2



Intersección 14 el Jazmín casa 319.

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT 14	143	0,000036		662	0,002168	1,44	2790
				171	0,0260263	4,45	
CS 319			143				
CS 320			118				
CS 321			132				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 14	2750	34,1	2784,11	0,2386	44,11	0,0071	0,2799	1/2
CASA 319	2740		2750					

	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT 14	10	34,11	0,28	0,010				
CS 319				34,11	2735	15,00		2750,0
CS 320				28,15	2740	15,96		2756,0
CS 321				31,49	2740	12,62		2752,6

Intersección 15 el Jazmín casa 313.

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT15	242	0,00006		662	0,002168	1,44	2790
				171	0,02602634	4,45	
CS 313			242				
CS 314			216				
CS 315			196				
CS 316			168				
CS 318			196				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
	2750	34,1	2784,11	0,2236	64,11	0,0087	0,3434	1/2
	2720		2730					

	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT 15	10	54,11	0,47	0,026				
CS 313				54,11	2704	26,00		2730,0
CS 314				48,30	2710	25,81		2735,8
CS 315				43,83	2715	25,29		2740,3
CS 316				37,57	2720	26,55		
CS 318				43,83	2685	55,29		

Intersección 16 el Jazmín casa 313

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT 16	43	0,000024		66	0,010168	0,67	2740
				260	0,07311389	19,01	
CS 313			43				
CS 314							

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 16	2700	20,3	2720,32	0,5191	32,32	0,0052	0,2054	1/2
CASA 313	2688		2698					

	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT 16	10	22,32	0,19	0,00				
CS 313				22,32	2688	10,00		2698,0

Intersección nodo1 el Jazmín

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Nudo 1 Jazmín	181	0,000036		100	0,007357	0,74	2700
				181	0,0528985	9,57	
CS 312			28				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
NODO 1 Jazmín	2670	19,7	2689,69	0,4175	21,69	0,0063	0,2499	1/2
CASA 312	2668		2678					

	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
NODO 1 Jazmín	10	11,69	0,28	0,01				
CS 312				11,69	2668	10,00		2678,0

### Intersección Llanitos L1

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT-L1	40	0,000024		244	0,005980	1,46	2800
				33	0,017710	0,58	
CS 76			28				
CS 77			40				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT L1	2772	26,0	2797,96	0,3989	25,96	0,0055	0,2166	1/2
CS 77	2772		2782					

	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT L1	10	15,96	0,19	0,00				
CS 76				11,17	2772	14,79		2786,8
CS 77				15,96	2768	14,00		2782,0

Intersección Llanitos casa 110

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT LLANITOS	477	0,000084		244	0,005980	1,46	2800
				217	0,017710	3,84	
CS 95			184				
CS 106			296				
CS 107			338				
CS 108			376				
CS 109			398				
CS 110			436				
CS 112			477				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT LLANITOS	2772	22,7	2794,70	0,0727	44,70	0,0124	0,4891	1/2
CS 110	2750		2760					

	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT LLANITOS	10	34,70	0,66	0,05				
CS 95				13,38	2750	31,31		2781,3
CS 106				21,53	2740	33,17		2773,2
CS 107				24,59	2721	49,11		2770,1
CS 108				27,35	2719	48,35		2767,3
CS 109				28,95	2717	48,75		2765,7
CS 110				31,72	2716	46,98		2763,0
CS 112				34,70	2720	40,00		2760,0

Intersección Llanitos 3 casa 94

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT.LL3	160	0,000036		244	0,005980	1,46	2800
				404	0,017710	7,16	
CS 93		86					
CS 94		127					
CS 96		160					

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT LL3	2766	25,4	2791,38	0,1961	41,38	0,0074	0,2912	1/2
CASA 93	2750		2760					

	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT LL3	10	31,38	0,28	0,01				
CS 93				16,87	2756	18,51		2774,5
CS 94				24,91	2748	18,47		2766,5
CS 96				31,38	2749	11,00		2760,0

Intersección Llanitos 4 casa 94

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT-LL4	112	0,000096		127	0,010442	1,33	2756
CS 97		1					
CS 98		33					
CS 99		52					
CS 100		69					
CS 101		87					
CS 102		103					
CS 103		93					
CS 104		112					

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT LL4	2740	14,7	2754,67	0,0417	14,67	0,0146	0,5755	1/2
CASA 94	2740		2750					

	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT-LL4	10	4,67	0,76	0,06				
CS 97				0,04	2740	14,63		2754,6
CS 98				1,38	2728	25,30		2753,3
CS 99				2,17	2728	24,50		2752,5
CS 100				2,88	2721	30,79		2751,8
CS 101				3,63	2721	30,04		2751,0
CS 102				4,30	2719	31,38		2750,4
CS 103				3,88	2719	31,79		2750,8
CS 104				4,67	2719	31,00		2750,0



Intersección Llanitos 5 casa 111

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT.-LL5	65	0,000012		153	0,010442	1,60	2756
				91	0,04233067	3,85	
111		65					

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT LL5	2710	40,6	2750,55	0,5777	47,55	0,0039	0,1550	1/2
CASA 111	2703		2713					

	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT LL5	10	37,55	0,09	0,00				
CASA 111				37,55	2703	10,00		2713,0

Intersección Llanitos 6 casa 132

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT.L6	292			109	0,007069	0,77	2661
CS 143F			53				
CS 112F			132				
CS 113			193				
CS 114			260				
CS 132			292				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT LL6	2650	10,2	2660,23	0,0145	14,23	0,0152	0,5978	1/2
CASA 132	2646		2656					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT.L6	10	4,23	0,47	0,03				
CS 143F				0,77	2645	14,46		2659,5
CS 112F				1,91	2646	12,32		2658,3
CS 113				2,80	2644	13,43		2657,4
CS 114				3,77	2620	36,46		2656,5
CS 132				4,23	2618	38,00		2656,0

Intersección Hoyito 1 casa 49

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT-H1	230	0,000024		168	0,024507	4,12	2797
				61	0,09935341	6,06	
CS 49			230				
CS 50			187				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT H1	2750	36,7	2786,67	0,4855	121,67	0,0053	0,2082	1/2
CASA 46	2665		2675					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT-H1	10	111,67	0,19	0,00				
CS 49				111,67	2665	10,00		2675,0
CS 50				90,79	2665	30,88		2695,9

Intersección Hoyito 2 casa H1

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT-H2	241	0,00012		278	0,033993	9,45	2700
					0,09935341	0,00	
CS H1			235				
CS H2			218				
CS H3			241				
CS H4			217				
CS H5			202				
CS H6			160				
CS H7			153				
CS H8			117				
CS H9			92				
CS H10			93				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT H2	2680	10,5	2690,55	0,0106	12,55	0,0210	0,8261	1/2
CASA H1	2678		2688					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT H2	10	2,55	0,95	0,09				
CS H1				2,49	2665	23,06		2688,1
CS H2				2,31	2668	20,24		2688,2
CS H3				2,55	2670	18,00		2688,0
CS H4				2,30	2670	18,25		2688,3
CS H5				2,14	2672	16,41		2688,4
CS H6				1,69	2673	15,86		2688,9
CS H7				1,62	2676	12,93		2688,9
CS H8				1,24	2678	11,31		2689,3
CS H9				0,97	2678	11,58		2689,6
CS H10				0,98	2678	11,57		2689,6

Intersección Hoyito 3 casa 117

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT-H3	143	0,000036		109	0,033993	3,71	2700
					0,09935341	0,00	
CS 115			56				
CS 116			120				
CS 117			143				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT H3	2670	26,3	2696,29	0,1139	26,29	0,0083	0,3251	1/2
CASA 117	2670		2680					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT H3	10	16,29	0,28					
CS 115				6,38	2670	19,91		2689,9
CS 116				13,67	2665	17,62		2682,6
CS 117				16,29	2665	15,00		2680,0

Intersección Hoyito 3B casa 121

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT-H3B	215	0,000048		109	0,033993	3,71	2700
					0,09935341	0,00	
CS 118			170				
CS 119			169				
CS 120			180				
CS 121			215				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT H3B	2670	26,3	2696,29	0,2386	61,29	0,0079	0,3118	1/2
CASA 121	2635		2645					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT H3B	10	51,29	0,38					
CS 118				40,56	2635	20,74		2655,7
CS 119				40,32	2635	20,97		2656,0
CS 120				42,94	2631	22,35		2653,4
CS 121				51,29	2629	16,00		2645,0

Intersección Hoyito H4 casa 127

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT-H4	162	0,000084		65	0,024935	1,63	2665
				19	0,17929908	3,37	
CS 122			5				
CS 123			14				
CS 124			27				
CS 125			48				
CS 126			67				
CS 127			86				
CS 128			162				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT H4	2630	30,0	2660,00	0,1235	30,00	0,0112	0,4394	1/2
CASA 127	2630		2640					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT H4	10	20,00	0,66					
CS 122				0,62	2630	29,38		2659,4
CS 123				1,73	2630	28,27		2658,3
CS 124				3,33	2629	27,67		2656,7
CS 125				5,93	2625	29,07		2654,1
CS 126				8,27	2621	30,73		2651,7
CS 127				10,62	2621	28,38		2649,4
CS 128				20,00	2623	17,00		2640,0



Intersección Hoyito H4B casa 131

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT-H4B	129	0,000048		65	0,024935	1,63	2665
				19	0,17929908	3,37	
CS 129			88				
CS 130			47				
CS 131			125				
CS 133			129				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT H4B	2630	30,0	2660,00	0,1473	29,00	0,0087	0,3437	1/2
CASA 131	2631		2641					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Válvula Reductora	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)	(m)
INT H4B	10	19,00	0,38					
CS 129				12,96	2626	21,04		2647,0
CS 130				6,92	2630	23,08		2653,1
CS 131				18,41	2630	11,59		2641,6
CS 133				19,00	2631	10,00		2641,0

Intersección 19 los Pinos casa 297

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT 19	70	0,000048		91	0,006327	0,58	2740
CS 297			70				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 19	2725	14,4	2739,42	0,0632	14,42	0,0104	0,4080	1/2
CS 297	2725		2735					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT 19	10	4,42	0,38				
CS 297				4,42	2725	10,00	2735,0

Intersección 20 los Pinos casa 243

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT 20	101	0,000048		140	0,006327	0,89	2740
				254	0,04549303	11,56	
CS 242			101				
CS 243			50				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 20	2695	32,6	2727,56	0,2927	39,56	0,0076	0,2991	1/2
CS 243	2688		2698					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT 20	10	29,56	0,38				
CS 242				29,56	2688	10,00	2698,0
CS 243				14,63	2685	27,93	2712,9

Intersección 21 los Pinos casa 244

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT 21	39	0,000048		245	0,045319	11,10	2690
244			39				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 21	2630	48,9	2678,90	0,9974	48,90	0,0059	0,2334	1/2
CS 244	2630		2640					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT 21	10	38,90	0,38				
CS 244				38,90	2630	10,00	2640,0

Intersección 22 los Pinos casa 247

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT 22	33	0,000048		331	0,045319	15,00	2690
CS 245			32				
CS 247			33				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 22	2619	56,0	2675,00	1,3939	56,00	0,0055	0,2181	1/2
	2619		2629					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT 22	10	46,00	0,38				
CS 245				44,61	2619	11,39	2630,4
CS 247				46,00	2619	10,00	2629,0

Intersección 23 los Pinos casa 246

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT 23	25	0,000048		390	0,045319	17,67	2690
CS 246			25				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 23	2611	61,3	2672,33	2,0530	61,33	0,0051	0,2016	1/2
CS 246	2611		2621					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT 23	10	51,33	0,38				
CS 246				51,33	2611	10,00	2621,0

Intersección 24 los Pinos casa 248

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT 24	25	0,000048		572	0,045319	25,92	2690
CS 248			25				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 24	2613	51,1	2664,08	1,6431	51,08	0,0054	0,2109	1/2
CS 248	2613		2623					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT 24	10	41,08	0,38				
CS 248				41,08	2613	10,00	2623,0

Intersección 25 los Pinos casa 249

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT 25	25	0,000048		719	0,045319	32,58	2690
CS 249			25				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 25	2624	33,4	2657,42	0,9366	33,42	0,0060	0,2363	1/2
CS 249	2624		2634					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT 25	10	23,42	0,38				
CS 249				23,42	2624	10,00	2634,0



Intersección 30 Arenera casa 8

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT. 30	93	0,000024		161	0,022548	3,63	2940
CS 5			25				
CS 8			93				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT. 30	2920	16,4	2936,37	0,0685	16,37	0,0079	0,3095	1/2
CS	2920		2930					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT. 30	10	6,37	0,19				
CS 5				1,71	2920	14,66	2934,7
CS 8				6,37	2918	12,00	2930,00

Intersección 31 Arenera casa 7

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT. 31	35	0,000024		257	0,022548	5,79	2940
CS 6			7				
CS 7			35				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT. 31	2910	24,2	2934,21	0,3487	22,21	0,0057	0,2226	1/2
CASA 7	2912		2922					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT. 31	10	12,21	0,19				
CS 6				2,44	2912	19,76	2931,8
CS 7				12,21	2910	12,00	2922,00

Intersección 31B Arenera casa22

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT. 31-B	293	0,00048		257	0,022548	5,79	2940
CS 21			200				
CS 22			214				
CS 23			234				
CS 24			293				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 31B	2910	24,2	2934,21	0,1167	44,21	0,0217	0,8544	1/2
CASA 22	2890		2900					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT. 31-B	10	34,21	3,79				
CS 21				23,35	2882	28,86	2910,9
CS 22				24,98	2882	27,22	2909,2
CS 23				27,32	2885	21,89	2906,9
CS 24				34,21	2890	10,00	2900,0

Intersección 32 Arenera casa 72

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT. 32	55	0,000024		465	0,012099	5,63	2890
CS 71			20				
CS 72			55				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 32	2855	29,4	2884,37	0,5886	42,37	0,0051	0,2002	1/2
CASA 72	2842		2852					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT. 32	10	32,37	0,19				
CS 71				11,77	2842	30,60	2872,6
CS 72				32,37	2835	17,00	2852,0

Intersección 33 Arenera casa 69

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT. 33	89	0,00048		677	0,012099	8,19	2890
				9	0,08700387	0,81	
CS 67			89				
CS 68			52				
CS 69			25				
CS 70			23				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 33	2857	24,0	2881,00	0,1573	24,00	0,0204	0,8044	1/2
CASA 69	2857		2867					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT 33	10	14,00	3,79				
CS 67				14,00	2857	10,00	2867,0
CS 68				8,18	2855	17,82	2872,8
CS 69				3,93	2853	24,07	2877,1
CS 70				3,62	2855	22,38	2877,4

Intersección 40 Sata Rosa casa 29

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT. 40	79	0,00048		335	0,008933	2,99	2940
CS 27			20				
CS 28			54				
CS 29			79				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 40	2900	37,0	2937,01	0,2786	32,01	0,0182	0,7165	1/2
CASA 29	2905		2915					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT. 40	10	22,01	3,79				
CS 27				5,57	2905	26,44	2931,4
CS 28				15,04	2900	21,96	2922,0
CS 29				22,01	2900	15,00	2915,0

Intersección 41 Santa Rosa casa 32

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT. 41	120	0,000036		335	0,008933	2,99	2940
CS 30			120				
CS 31			94				
CS 32			40				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
	2898	39,0	2937,01	0,2417	39,01	0,0071	0,2791	1/2
	2898		2908					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT. 41	10	29,01	0,28				
CS 30				29,01	2898	10,00	2908,0
CS 31				22,72	2895	19,28	2914,3
CS 32				9,67	2893	34,34	2927,3

Intersección 42 Santa Rosa casa 34

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT. 42	489	0,000024		335	0,006285	2,11	2893
CS 33			451				
CS 34			489				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
	2880	10,9	2890,89	0,1654	90,89	0,0066	0,2589	1/2
	2800		2810					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT. 42	10	80,89	0,19				
CS 33				74,61	2800	16,29	2816,3
CS 34				80,89	2790	20,00	2810,0



Intersección 43 Santa Rosa casa 36

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT. 43	189	0,000024		335	0,006285	2,11	2893
CS 35			21				
CS 36			36				
CS 37			189				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 43	2846	44,9	2890,89	0,1846	44,89	0,0064	0,2532	1/2
CASA 36	2846		2856					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT. 43	10	34,89	0,19				
CS 35				3,88	2846	41,02	2887,0
CS 36				6,65	2846	38,25	2884,2
CS 37				34,89	2830	26,00	2856,0

Intersección 44 Santa Rosa casa 38

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT. 44	72	0,000012		149	0,006327	0,94	2846
CS 38			72				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 44	2800	43,6	2843,65	0,4951	45,65	0,0041	0,1599	1/2
CASA 38	2798		2808					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT. 44	10	35,65	0,09				
CS 38				35,65	2798	10,00	2808,0

Intersección 45 Santa Rosa casa 39

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT. 45	54	0,000036		149	0,006327	0,94	2846
				199	0,04549303	9,05	
CS 39			54				
CS 39F			31				
CS 40			12				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 45	2792	44,0	2836,00	0,6297	44,00	0,0058	0,2299	1/2
CASA 39	2792		2802					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT 45	10	34,00	0,28				
CS 39				34,00	2788	14,00	2802,0
CS 39F				19,52	2789	27,48	2816,5
CS 40				7,56	2792	36,45	2828,4

Intersección 45B Santa Rosa casa 41

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT. 45-B	643	0,000048		149	0,006327	0,94	2846
				199	0,04549303	9,05	
CS 41			174				
CS 42			151				
CS 43			141				
CS 48			643				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT. 45-B	2792	44,0	2836,00	0,0824	63,00	0,0098	0,3866	1/2
CASA 41	2773		2783					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT. 45-B	10	53,00	0,38				
CS 41				14,34	2761	60,66	2821,7
CS 42				12,45	2768	55,56	2823,6
CS 43				11,62	2773	51,38	2824,4
CS 48				53,00	2705	25,00	2730,0

Intersección 46 Santa Rosa casa 41

TRAMO	Longitud Total	Caudal Qmd	Longitud Parcial	Longitud intersección	Perdida de Carga Unitaria	Perdida de carga en la Intersección	Cota de Arranque
	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
INT. 46	174	0,000036		149	0,006327	0,94	2846
				199	0,04549303	9,05	
CS 41			174				
CS 42			151				
CS 43			141				

	Cota Terreno	Presión Intersección	Cota Piezométrica	Pendiente J	Presión Total	Calculo Diámetro	Diámetro	Diámetro Comercial
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(pul)	(pul)
INT 46	2792	44,0	2836,00	0,3046	63,00	0,0068	0,2664	1/2
CASA 41	2773		2783					

TRAMO	Presión Residual Deseada	Perdida de Carga deseada	Velocidad	Perdida de Carga Parcial	Cota terreno	Presión Entregada	Cota Piezométrica
	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(msnm)	(msnm)	(m)
INT. 46	10	53,00	0,28				
CS 41				53,00	2761	22,00	2783,0
CS 42				46,00	2768	22,01	2790,0
CS 43				42,95	2773	20,05	2793,1

