

**DISEÑO HIDRAULICO DE LA RED DE DISTRIBUCION DEL ACUEDUCTO
DE LA VEREDA SAN JUAN MUNICIPIO DE POPAYAN - CAUCA**



IVAN ANDRES ROJAS SANCHEZ

04091121

FERNANDO ISAAC CERON

04091251

LIDES GARCIA VIDAL

04081130

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRAULICA
POPAYÁN**

2014

**DISEÑO HIDRAULICO DE LA RED DE DISTRIBUCION DEL ACUEDUCTO
DE LA VEREDA SAN JUAN MUNICIPIO DE POPAYAN - CAUCA**



IVAN ANDRES ROJAS SANCHEZ

04091121

FERNANDO ISAAC CERON

04091251

LIDES GARCIA VIDAL

04081130

**INFORME FINAL DE TRABAJO SOCIAL PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

DIRECTOR TRABAJO DE GRADO

ING. MARIA JIMENA PAREDES

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE HIDRAULICA

POPAYÁN 2014

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	OBJETIVOS.....	6
3.	JUSTIFICACIÓN	7
4.	ALCANCE DEL PROYECTO	8
5.	MARCO NORMATIVO	9
6.	GENERALIDADES DE LAS VEREDAS.....	10
6.1	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	10
6.2	ECONOMÍA.....	11
6.3	ACCESO A LA VEREDA	11
6.4	POBLACIÓN BENEFICIADA.....	12
6.5	IMPACTO ESPERADO.....	12
6.6	FUENTE DE ABASTECIMIENTO.	12
6.7	GEOLOGIA DE LA ZONA.....	13
6.8	TOPOGRAFIA PREDOMINANTE	14
6.9	ASPECTOS DEMOGRAFICOS.....	14
6.10	SISTEMA DE ACUEDUCTO EXISTENTE	14
7.	METODOLOGÍA	16
8.	DESARROLLO DEL PROYECTO	18
7.1	TRABAJO DE LABORATORIO	18
7.2	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LINEA BASE.	21
7.3	CALCULO DEL CAUDAL UNITARIO POR VIVIENDA.	24
7.3.1	Estudio de la demanda.	24
7.3.2	Taza de crecimiento.....	24
7.3.3	Proyección de la Población.....	24
7.3.4	Evaluación de las dotaciones de agua en el sistema de acueducto.....	25
7.3.5	Estimacion de la demanda total de agua.	26
7.4	DISEÑO DE LA CONDUCCION	29
8.	ANALISIS DE RESULTADOS.....	39

9. CONCLUSIONES	41
10. RECOMENDACIONES	42
11. BIBLIOGRAFIA	45
ANEXOS:	
ANEXO No. 1.....	46
ANEXO No. 2.....	59
ANEXO No. 3.....	64
ANEXO No. 4.....	107
ANEXO No. 5.....	119

1. INTRODUCCIÓN

La vereda San Juan del Municipio de Popayán, Departamento del Cauca actualmente cuenta con un sistema de acueducto que suministra agua a parte de la comunidad, aunque este sistema no cumple con la normatividad existente en Colombia para el diseño de acueductos rurales ya que presenta múltiples problemas en cuanto a diámetros de tuberías, generando presiones por debajo de la mínima sugerida por la norma RAS 2000. Por tales razones es necesario realizar diseño completo del sistema para alcanzar cobertura total de los habitantes garantizando un servicio con calidad.

Para dar solución a las necesidades de abastecimiento de agua potable que tiene la población de las Veredas San Juan, el Cabuyo y la Laguna, pertenecientes al Resguardo Indígena Páez de Quintana, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A. E.S.P. contrato el estudio topográfico que ha sido la base para el presente diseño.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseño de la conducción del acueducto de la vereda San Juan, municipio de Popayán, en una longitud aproximada de 16 kilómetros.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Proveer del servicio de agua potable para una población actual de 564 habitantes, distribuida en 148 familias, que corresponde a las Veredas San Juan, el Cabuyo y la Laguna.
- Diagnóstico: caracterización de las estructuras existentes y conocer su estado para el posterior diseño de la conducción.
- Evaluar la calidad de la fuente de agua mediante pruebas de laboratorio, con base en la normatividad existente y asesorados por el Departamento de Ambiental y Sanitaria de la Facultad de Ingeniería Civil, sugerir procedimientos para el tratamiento del agua.
- Elaborar levantamientos topográficos de acuerdo con el nivel de complejidad del diseño.
- Realizar los diseños hidráulicos de la conducción a partir del tanque de almacenamiento.
- Elaborar memorias de cálculo y planos en planta y perfil del diseño de la conducción.

3. JUSTIFICACIÓN

En la vereda San Juan del Municipio de Popayán se requiere el diseño de la red de conducción de agua potable, para que los moradores de la zona puedan contar con el suministro del líquido vital, generando así un ambiente sano que permita el desarrollo adecuado de la población, derechos plenamente reconocidos en la Constitución Política de Colombia, así como en los protocolos internacionales ratificados por el país.

Este sistema de agua potable busca la solución de un problema de salud pública y de bienestar social mediante la ampliación de cobertura del servicio y mejoramiento del existente.

Los encargados del acueducto de la vereda San Juan solicitaron a la Universidad del Cauca su ayuda para el diseño del acueducto y la Facultad de Ingeniería nos designó para realizar el diseño de la conducción, bajo la modalidad de trabajo social, requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

4. ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto consistirá en el diseño de la conducción del acueducto de la Vereda San Juan del Municipio de Popayán a partir de un tanque de almacenamiento elevado hasta cada una de las casas de la población objetivo, esto corresponde a un diseño aproximado de 16 Kilómetros de longitud.

La captación, el desarenador y la tubería hasta el tanque de almacenamiento elevado ya están construidos y se cuenta con la información topográfica de su ubicación, proporcionada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán. Con base en estos datos y en resultados obtenidos con el desarrollo de este diseño se harán recomendaciones pertinentes.

Se realizará el análisis de calidad del agua de la fuente para conocer si las estructuras existentes son suficientes para que el agua sea apta para consumo humano de acuerdo a las Normas Existentes; si no fuera así se recomendaría otros posibles métodos para el tratamiento del agua.

El resultado será un Informe detallado con los alcances definidos y planos planta y perfil en medio físico y magnético, que contengan la información topográfica detallada de la conducción.

5. MARCO NORMATIVO

La normatividad contemplada para la elaboración del diseño del sistema de acueducto se basa en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000 y Normas del Gobierno de la Republico de Colombia.

AÑO	PRESENTACION	TITULO	OBJETO
2007	DECRETO 1575	Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.	El objeto del presente decreto es establecer el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo, exceptuando el agua envasada. Aplica a todas las personas prestadoras que suministren o distribuyan agua para consumo humano, ya sea cruda o tratada, en todo el territorio nacional, independientemente del uso que de ella se haga para otras actividades económicas, a las direcciones territoriales de salud, autoridades ambientales y sanitarias y a los usuarios.
2007	RESOLUCION 2115		Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano
2000	RESOLUCIÓN 1096 de 17 de Noviembre	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.	El presente Reglamento tiene por objeto señalar los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y sus actividades complementarias, señaladas en el artículo 14, numerales 14.19, 14.22, 14.23 y 14.24 de la Ley 142 de 1994, que adelanten las Entidades prestadoras de los servicios públicos municipales de acueducto, alcantarillado y aseo o quien haga sus veces.
2009	RESOLUCION 2320		Por la cual se modifica parcialmente la Resolución número 1096 de 2000 que adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico –RAS–.

6. GENERALIDADES DE LAS VEREDAS

6.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Las veredas San Juan, Cabuyo y La Laguna se encuentran ubicados en el Municipio de Popayán, en la zona Nor-Oriental como se indica en el mapa, a una distancia aproximada de 13 Km de la cabecera municipal desde el barrio el Placer. La temperatura promedio del sector oscila entre los 16 y 24 °C, clima templado.

La conducción está comprendida entre los 2535.8 msnm desde el tanque de almacenamiento y los 2250.7 msnm en el punto más bajo de la misma.



Tomado de: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f7/Colombia_-_Cauca_-_Popayan.svg/250px-Colombia_-_Cauca_-_Popayan.svg.png



Tomado de: <http://popayan-cauca.gov.co/apc-aa-files/35346532613463636135396234633735/veredal5.jpg>

6.2 ECONOMÍA

El primer renglón de su economía lo constituye la ganadería para producción de leches y sus derivados como el queso, en segundo renglón es la agricultura en especial el cultivo de cabuya y cultivos de pan coger.

6.3 ACCESO A LA VEREDA

La vía que comunica el área urbana del municipio de Popayán con la vereda de San Juan, el Cabuyo y La Laguna es la ruta que va hacia la penitenciaría de San Isidro (vía a las Guacas).

6.4 POBLACIÓN BENEFICIADA

La Vereda cuenta con una población actual de 564 habitantes y un total de 148 familias. La comunidad beneficiada corresponde al Resguardo Indígena Páez de Quintana que ha delegado una Junta que administra el servicio y mantenimiento del acueducto.

La Vereda no cuenta con un centro de salud propio que preste un servicio de salud eficiente y de inspección de higiene por lo que se dificulta el control de las enfermedades endémicas y parasitarias que afectan especialmente a la población infantil causadas por la carencia de un tratamiento adecuado del agua para consumo humano.

La mayoría de familias están asentadas en viviendas de adobe, ladrillo y bahareque, como normalmente son las viviendas en zona rural en Colombia; algunas con pisos en cemento y otras con pisos en tierra, cubiertas en teja de barro o de asbesto-cemento. En la mayoría de las viviendas se observan espacios como cocinas, baños y dormitorios.

6.5 IMPACTO ESPERADO

Con la realización del diseño del sistema de acueducto se busca abastecer totalmente de agua la zona, ampliando cobertura hacia el Ramal N° 2 que prestara servicio a la vereda La Laguna, que no contaba con este servicio debido a sus características topográficas. Con la ayuda prestada se busca tramitar por parte de la comunidad el cambio de red de acueducto ante la Alcaldía Municipal o entidades Gubernamentales.

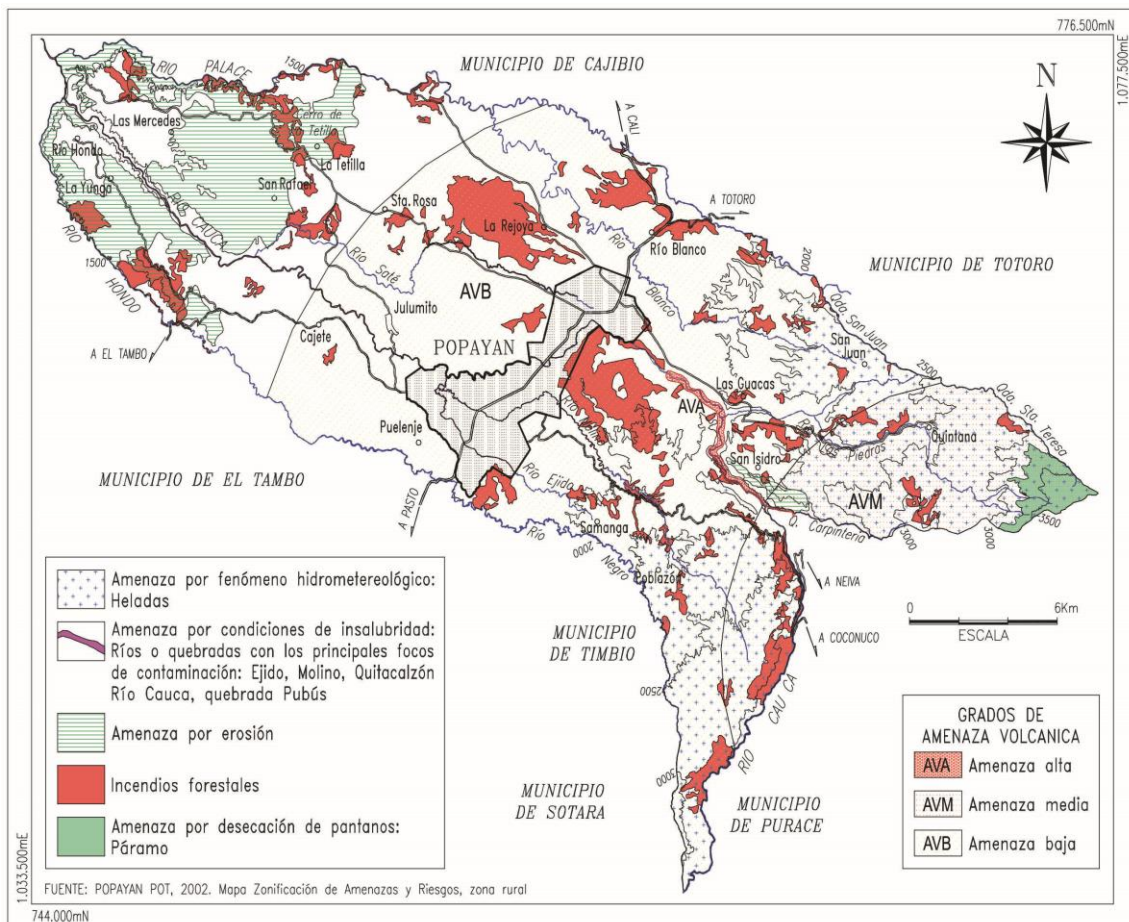
6.6 FUENTE DE ABASTECIMIENTO.

Con base a información entregada por la Empresa de Acueducto de Popayán se conoce que el agua para surtir el Acueducto de la Vereda San Juan, el Cabuyo y la Laguna está dado por la fuente cercana llamada Mortiñal ubicada en la parte alta de la Vereda de Santa Teresa del municipio de Totoro, con un caudal de aforo en época de verano de 8 l.p.s. Como se observó en la inspección de la fuente las características físicas que se presentan muestran el

agua como: clara, inodora, sin sabores extraños y no tiene presencia de jabón ni aceites, tampoco se observó explotación minera en la zona que afecte el afluente ni vertientes contaminantes aguas arriba de la captación, ya que esta es una zona de bosques vírgenes.

“La fuente de abastecimiento nunca ha llegado a secarse en época de intenso verano aunque se ha reducido su caudal en un 40% según información recibida por moradores.”

6.7 GEOLOGIA DE LA ZONA



6.8 TOPOGRAFIA PREDOMINANTE

Geográficamente las veredas San Juan, el Cabuyo y la Laguna se encuentran ubicadas en las cercanías del valle de Pubenza, sobre la base de la Cordillera Central. El relieve que presentan es quebrado con poca vegetación en el área de influencia del acueducto.

6.9 ASPECTOS DEMOGRAFICOS

Según censo realizado por los líderes comunales en Enero de 2014 se tiene 409 habitantes en la vereda San Juan, 116 habitantes en la vereda el Cabuyo y 39 habitantes en la vereda La Laguna. Además se obtiene que la población está distribuida en 118 familias en la vereda San Juan, 29 familias en la vereda el Cabuyo y 13 familias en la vereda La Laguna. Estos corresponden a los que se verán beneficiados con el diseño y posterior construcción del acueducto.

Dada la cercanía de la vereda San Juan a la cabecera municipal de Popayán, se tuvo cuenta para el diseño de ampliación del acueducto rural una tasa de crecimiento anual del 3%.

La información completa del censo se entregara en el ANEXO No. 1

6.10 SISTEMA DE ACUEDUCTO EXISTENTE

Este servicio es manejado por la misma comunidad, quienes eligen una junta que administra el acueducto.

Las instalaciones de bocatoma, aducción, tanques de almacenamiento y planta de tratamiento se encuentran en buenas condiciones y periódicamente se realiza limpieza de la captación y de la planta de tratamiento. A partir de los tanques existe una conducción que requiere un rediseño dado que esta no cuenta con las condiciones necesarias para prestar un buen servicio a la comunidad.

El sistema cuenta con una captación sumergida de tipo dique – toma, con una rejilla que impide el ingreso de residuos sólidos al sistema, sus barras son

paralelas al flujo, posteriormente el agua ingresa a un tanque que da uniformidad al flujo para finalmente ingresar a la tubería de aducción.

La tubería de aducción tiene una longitud de 5.6 kilómetros, desde la abscisa K0+000 a la k1+160 el diámetro nominal de la tubería es de 3" y de allí en adelante es de 2". Se cuenta con dos cámaras de quiebre a lo largo de la aducción para reducir las presiones que se presentan en el sistema.

La aducción lleva a una planta de tratamiento que cuenta con dos unidades de filtración de grava y arena y una caseta de cloración que no está funcionando.

Se cuenta con dos tanques de almacenamiento, el primero con una cota batea de 2533.78 msnm y una cota tapa de 2536 msnm, sus dimensiones son 5.4 de lado y 2.8m de profundidad. El segundo tanque tiene unas dimensiones de 4m de lado y 2.2 m de profundidad. Cada tanque cuenta con su tubería de rebose pero no tienen un sistema de recolección del agua que sale por esta tubería.

La bocatoma está diseñada para captar un caudal aproximado de 4.6 L/s que es mayor al caudal de 2.7 L/s requerido para el funcionamiento óptimo del sistema.

7. METODOLOGÍA

- **Documentación:** Se revisaron levantamientos topográficos de la línea base de la tubería realizados por la Empresa de Acueductos y Alcantarillado de Popayán mediante orden de trabajo No. 213 - 2008, y documentación del diseño de la aducción que va desde la captación hasta el tanque de almacenamiento existente.
- **Estudios preliminares:** Se realizó una visita a la comunidad beneficiaria y se procedió a efectuar la toma de datos para conocer la población servida con la ejecución del proyecto, calculada para 15 años que es el periodo de diseño del mismo. Esto se hizo mediante un censo y de acuerdo con la Norma RAS 2000 Título A.
- **Trabajo de laboratorio:** Se realizó análisis básico (medir características físicas y químicas) y microbiológico al agua para verificar su calidad en función de las especificaciones y normatividad existe, Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección social y del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y la Norma RAS 2000 Título C; con la asesoría de profesores del Departamento de Ambiental y Sanitaria y con base en los resultados se recomendaron métodos para el tratamiento del agua.
- **Procesamiento de la información de datos topográficos:** Esta labor se realizó con programas como TOPO 3, AUTOCAD y EPACAD. Con base en las carteras de registro topográfico se obtuvieron los planos topográficos, además de un informe sobre los resultados obtenidos del análisis químico del agua. Posteriormente se diseñaron los ramales de acuerdo con la Norma RAS 2000, títulos A,B y J, y se realizaron los cálculos con ayuda del programa EPANET.

- **Planos en planta y en perfil de la conducción:** este proceso se efectuó usando la herramienta AUTOCAD.
- **Análisis de resultados:** Con la colaboración del director del proyecto e ingenieros asesores, se estudió la información obtenida en cada una de las actividades para plantear recomendaciones, conclusiones y el informe final.

8. DESARROLLO DEL PROYECTO

Antes de iniciar las labores de campo correspondientes, se realizó la socialización de los trabajos a ejecutar y los alcances del proyecto con presencia de los encargados del acueducto de la vereda y moradores, quienes realizaron acompañamiento permanente en recorridos necesarios para conocer la topografía del lugar y la ubicación de la planta de tratamiento y la bocatoma.

7.1 TRABAJO DE LABORATORIO

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán como ejecutora de recursos Públicos y teniendo en cuenta la necesidad imperativa para esta comunidad, ayudó con el análisis físico químico ambiental y bacteriológico de la fuente de agua utilizada para el abastecimiento del acueducto de la Vereda San Juan, el Cabuyo y La Laguna. Los resultados de laboratorio se presentan en el ANEXO N° 2.

La calidad de la fuente debe caracterizarse de la manera más completa para poder identificar el tipo de tratamiento. En la tabla C.2.1 y tabla C.2.2 de la Norma RAS 2000 Titulo C ratificados por la normatividad colombiana mediante Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Medio Ambiente se presenta la clasificación de los niveles de calidad de las fuentes de abastecimiento en función de unos parámetros mínimos de análisis físico-químicos y microbiológicos, y el grado de tratamiento asociado.

TABLA C.2.1.
Calidad de la fuente

Parámetros	Análisis según		Nivel de calidad de acuerdo al grado de polución			
	Norma técnica NTC	Standard Method ASTM	1. Fuente aceptable	2. Fuente regular	3. Fuente deficiente	4. Fuente muy deficiente
DBO 5 días	3630					
Promedio mensual mg/L			≤ 1.5	1.5 - 2.5	2.5 - 4	>4
Máximo diario mg/L			1 - 3	3 - 4	4 - 6	>6
Coliformes totales (NMP/100 mL)						
Promedio mensual		D-3870	0 - 50	50 - 500	500 - 5000	> 5000
Oxígeno disuelto mg/L	4705	D-888	≥ 4	≥ 4	≥ 4	< 4
PH promedio	3651	D 1293	6.0 - 8.5	5.0 - 9.0	3.8 - 10.5	
Turbiedad (UNT)	4707	D 1889	< 2	2 - 40	40 - 150	≥ 150
Color verdadero (UPC)			< 10	10 - 20	20 - 40	≥ 40
Gusto y olor		D 1292	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo	Inaceptable
Cloruros (mg/L - Cl)		D 512	< 50	50 - 150	150 - 200	300
Fluoruros (mg/L - F)		D 1179	< 1.2	< 1.2	< 1.2	> 1.7
GRADO DE TRATAMIENTO						
- Necesita un tratamiento convencional			NO	NO	SI, hay veces (ver requisitos para uso FLDE : literal C.7.4.3.3)	SI
- Necesita unos tratamientos específicos			NO	NO	NO	SI
- Procesos de tratamiento utilizados			(1) = Desinfección + Estabilización	(2) = Filtración Lenta o Filtración Directa + (1)	(3) = Pretratamiento + [Coagulación + Sedimentación+ Filtración Rápida] o [Filtración Lenta Diversas Etapas] + (1)	(4) = (3) + Tratamientos específicos

A continuación se muestran los resultados obtenidos del análisis de laboratorio y una comparación con la normatividad vigente:

ANÁLISIS	CONCENTRACION		DATOS EXPRESADOS EN:	RESOLUCION 2115 DE 2007
	BOCATOMA	TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
CONDUCTIVIDAD	46,8	45,6	IS/cm	50-1000
TURBIEDAD	0,9	1,9	UNT	< 2
COLOR APARENTE	7,1	7,9	UPC	< 15
PH	7,2	7,2	PH	6,5-9,0
ALCALINIDAD TOTAL	28,6	25	MG/L CaCo3	< 200
DUREZA TOTAL	31	28	MG/L CaCo3	< 300
HIERRO TOTAL	0	0,05	Fe	< 0,3
NITRITOS	0	0	No2	< 0,1
NITRATOS	1,5	5,4	No3	< 10
SULFATOS	4	5	So4	< 250
CLORUROS	4	4	Cl	< 250
OLOR	ACEPTABLE	ACEPTABLE		NINGUNO
SDT	23,4	22,8	MG/L	< 1000
TEMPERATURA	20	20	°C	

Muestra Tomada en la Bocatoma:

INFORME DE LABORATORIO		AGUA TRATADA FILTRACIÓN/MEMBRANA SUSTRATO DEFINIDO NORMA I.N.S. DCTO N° 1575 - 05/2007 RESOL. 2115/09/2007
RECuento DE MESOFILOS EN 100 ml.	2800	HASTA 100 U.F.C.
COLIFORMES TOTALES EN 100 ml.	1986,3	<1 NMP
ENSAYO CONFIRMATIVO PARA COLI FECAL EN 100 ml.	7,4	<1 NMP

Muestra tomada en el tanque de almacenamiento:

INFORME DE LABORATORIO		AGUA TRATADA FILTRACIÓN/MEMBRANA SUSTRATO DEFINIDO NORMA I.N.S. DCTO N° 1575 - 05/2007 RESOL. 2115/09/2007
RECuento DE MESOFILOS EN 100 ml.	300	HASTA 100 U.F.C.
COLIFORMES TOTALES EN 100 ml.	74,8	<1 NMP
ENSAYO CONFIRMATIVO PARA COLI FECAL EN 100 ml.	0	<1 NMP

Utilizando como guía la Norma RAS Titulo C y la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Medio Ambiente, el agua analizada requiere de un sistema de desinfección para poder ser usada para consumo humano, y así reducir la población de microorganismos patógenos que pueden provocar problemas de salud a la población objeto.

“La desinfección del agua es el proceso mediante el cual se destruyen o desactivan organismos patógenos causantes de enfermedades que se encuentran en los suministros de agua.

Los organismos patógenos que se encuentra en las fuentes de suministro de agua incluyen una variedad de bacterias de origen intestinal, virus, y otros organismos mayores. Las enfermedades más comunes transportadas por el agua son fiebre tifoidea, cólera, diarreas, hepatitis, amibiasis, etc.... Existen muchos procesos de desinfección, de los diversos compuestos de cloro, el

hipoclorito, el cual está disponible en forma sólida o en polvo, se emplea más comúnmente en sistemas pequeños.”¹

¹ Tomado de Apuntes Técnicos Desinfección de sistemas de abastecimiento de agua de comunidades rurales en países en desarrollo.

La comunidad cuenta con una planta de tratamiento que tiene dos unidades de filtración de grava y arena y una caseta de cloración que en el momento no está funcionando por motivos propios de la comunidad, según información recibida por parte de los moradores el ingeniero que construyó la planta de tratamiento les entregó un documento para que la comunidad misma realizara el proceso de desinfección y además se les dio una corta capacitación.

Para determinar la dosis de hipoclorito requerida que permita obtener una concentración de 1.5 mg/L en la muestra a desinfectar se requiere de un ensayo de laboratorio que determine cloro total, y cloro libre.

7.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LINEA BASE.

La información topográfica se obtuvo por la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, quien había contratado el trabajo con anterioridad, de esta información hacía falta el levantamiento de uno de los ramales constitutivos de la red de conducción del acueducto, por lo que uno de los objetivos de este trabajo era hacer el levantamiento respectivo del ramal, pero no fue necesario porque la comunidad por su cuenta había contratado esta labor. De modo que la información topográfica para el diseño fue toda suministrada de antemano.

La conducción consta de:

Ramal No. 1 – Ramal principal. Inicia en el tanque de almacenamiento abscisa K0+000, cota 2532.8 msnm y termina en la abscisa K6+114.25, cota 2248.70 msnm. Con un total de 98 viviendas entre proyectadas y existentes y además cuenta con 2 colegios.

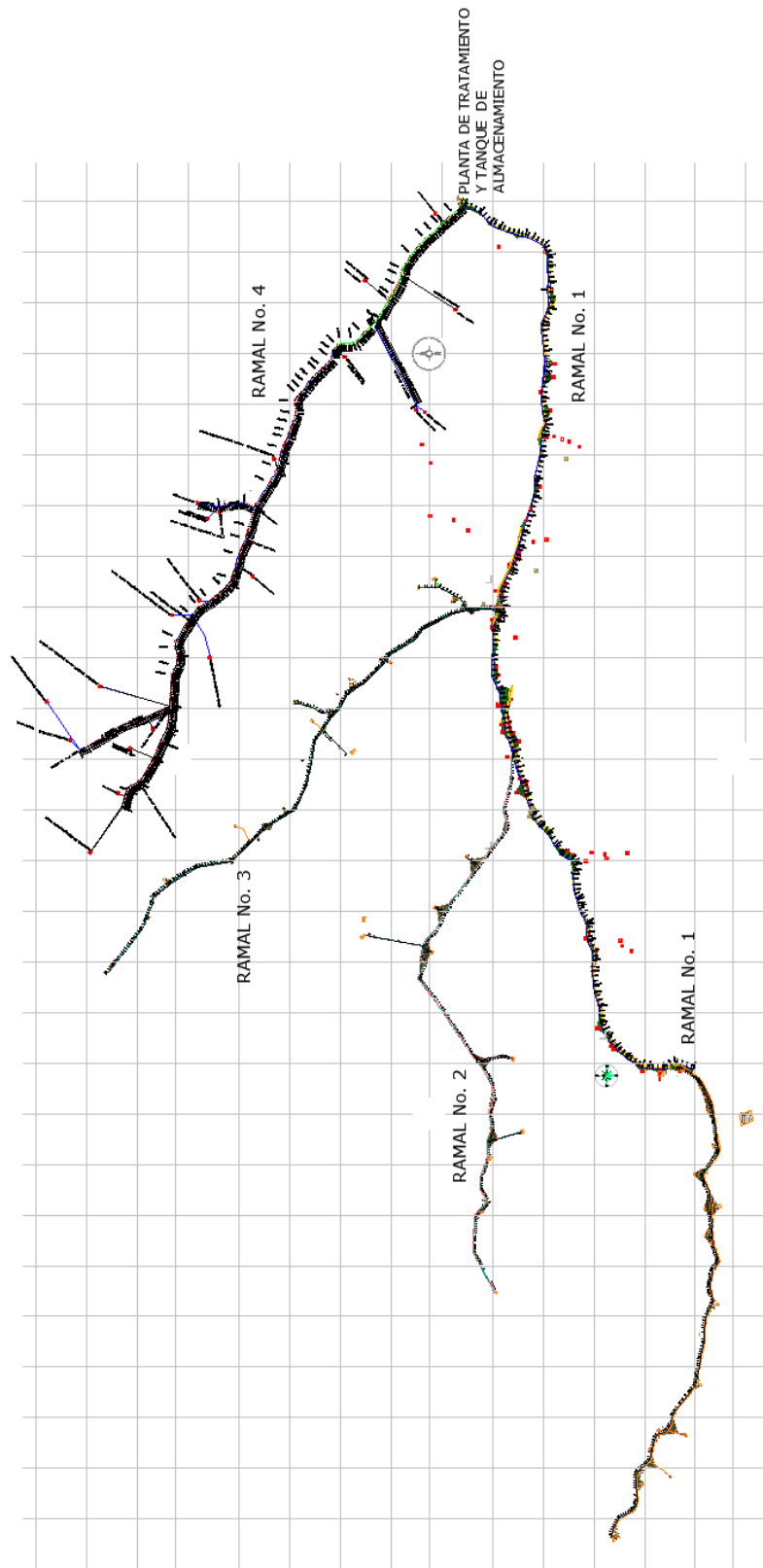
Ramal No. 2. Este ramal tiene una longitud de 2.42 Kilómetros. Inicia en la abscisa k2+938.993 del Ramal Principal. Cuenta con 16 viviendas entre proyectadas y existentes.

Ramal No. 3 – El Cabuyo. Este ramal tiene una longitud de 3.05 kilómetros. Inicia en la abscisa k2+270 del Ramal Principal. Cuenta con 44 viviendas entre proyectadas y existentes.

Ramal No. 4 – Lomas de San Juan. Este ramal tiene una longitud de 2.86 kilómetros. Inicia en la abscisa k0+014.9 del Ramal Principal. Cuenta con 37 viviendas entre proyectadas y existentes.

De esta manera se cuenta con la Topografía completa de la zona donde se dará cobertura del servicio. Las carteras de Coordenadas se muestran en el ANEXO N° 3.

Plano General – Levantamiento Topográfico



7.3 CALCULO DEL CAUDAL UNITARIO POR VIVIENDA.

7.3.1 Estudio de la demanda.

Para la recopilación de la información demográfica de la población favorecida con el servicio de agua potable del presente diseño, se proporcionaron datos base por parte de la Junta de Acueducto de la Vereda San Juan del último censo realizado (VER ANEXO No. 1). Del cual se conoce que la población actual es de 564 habitantes.

7.3.2 Taza de crecimiento.

Como el diseño de la conducción se hará para un periodo de diseño útil de 15 años es necesario hacer una proyección de la población futura por lo que se debe tener en cuenta una tasa de crecimiento anual del 3 % de la población en el sector.

7.3.3 Proyección de la Población.

Se estima la población futura de acuerdo con los métodos de cálculo previsto en la norma RAS 2000 TITULO B, capítulo B.2.2.4. METODOS DE CÁLCULO NIVEL DE COMPLEJIDAD:

Se considera el nivel de complejidad bajo porque la población es menor a 2500 habitantes según la norma RAS 2000.

Métodos de cálculo permitidos según el Nivel de Complejidad del Sistema (RAS 2000)

METODO POR EMPLEAR	NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA			
	BAJO	MEDIO	MEDIO ALTO	ALTO
Aritmético, Geométrico y exponencial	X	X		
Aritmético + Geométrico + exponencial + otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar densidades			X	X

Si bien la Norma RAS 2000 permite el uso de los métodos Aritmético, Geométrico y Exponencial para el cálculo de la población futura para nivel de complejidad bajo, se utilizó el Método Geométrico porque arroja resultados más reales al cabo del periodo de diseño, pues el método Aritmético y Exponencial presentan resultados más bajo y más alto respectivamente, siendo el resultado del método Geométrico un valor intermedio.

“Método Geométrico. Es útil en poblaciones que muestran 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:”

$$P_f = P_{uc} (1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

En Donde:

Pf: Población futura
Puc: Población último censo.
R: Crecimiento poblacional anual.
Tf-Tuc: Periodo de diseño.

Por lo tanto tenemos:

$$P_F = 564(1 + 0.03)^{15} = 879 \text{ habitantes}$$

7.3.4 Evaluación de las dotaciones de agua en el sistema de acueducto.

Se estima la demanda neta y bruta de acuerdo con el método de cálculo previsto en la norma RAS 2000 TITULO B, capítulo B.2.4.

DOTACION NETA:

“Estimación de la dotación neta (dneta). La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurren en el sistema de acueducto. Cuando no se cuenta con una facturación de consumo de agua del sistema, ni con macro ni micro medidores, se debe recurrir a asignar con

criterio una dotación neta a cada consumo del agua. Para el caso de la dotación neta residencial esta asignación debe hacerse dentro de los valores máximos y mínimos descritos en la Resolución 2320 de 2009: “

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta máxima para poblaciones con Clima Frio o Templado (L/hab.día)	Dotación neta máxima para poblaciones con Clima Cálido (L/hab.día)
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio alto	125	135
Alto	140	150

Dado

que el sistema de acueducto es para uso domestico y no para distrito de riego se considera como dotacion neta 90 l/Hab*dia.

Definicion Dotacion bruta (dbruta). Según el numeral B.2.6. del RAS la dotacion bruta se calcula como:

$$dbruta = \frac{dneta}{1 - \%P} \quad (EC. B.2.1)$$

En Donde:

%P: Porcentaje de Perdidas en el sistema.

7.3.5 Estimacion de la demanda total de agua.

Se estima la demanda total de acuerdo con el método de cálculo previsto en la norma RAS 2000 TITULO B, capitulo B.2.7.

DEMANDA:

“La demanda total de agua (Qmd) , es la suma de la demanda media por el uso residencial (Qmr) mas la demanda media por otros usos (Qou) estimadas ambas para ese periodo de tiempo.

La demanda media de agua debe ser calculada para el horizonte de diseño del sistema.

$$Q_{md} = Q_{mr} + Q_{ou}$$

Demanda media residencial. Es el caudal demandado por la población servida del sistema de acueducto teniendo en cuenta la dotación bruta asignada.”

$$Q_{mr} = \frac{P_s * d_{bruta}}{86.400}$$

donde:

Q_{mr} = Demanda media residencial en litros/segundos (l/s)

P_s = Población servida (habitantes)

d_{bruta} = Dotación bruta en litros por habitante por día (L-H-D)

7.3.5.1 “Demanda máxima diaria (QMD). Corresponde a la demanda máxima estimada en un lapso de 24 horas durante un periodo de análisis de un año. Se origina en el hecho de que los hábitos de consumo de agua de la población no son los mismos todos los días. La demanda máxima diaria se calcula mediante la siguiente ecuación:”

$$QMD = Q_{md} * K1 \text{ (B.2.3)}$$

TABLA B.2.5
COEFICIENTES DE CONSUMO DIARIO (k1),
SEGÚN EL NIVEL DE COMPLEJIDAD

Nivel de complejidad del sistema	Coficiente de consumo máximo diario (k1)
Bajo	1,30
Medio	1,30
Medio alto	1,20
Alto	1,20

7.3.5.2 “Demanda máxima horaria (QMH). Corresponde a la demanda máxima estimada durante una hora en un periodo de un año, sin tener en cuenta el caudal de incendios. Se origina en el hecho en que durante un día los consumos de agua no son uniformes sino que son mayores en algunas horas donde la actividad y el consumo de agua de la población se concentra. La demanda máxima horaria se calcula con la siguiente ecuación:”

$$QMH = QMD * K2 \text{ (B.2.4)}$$

TABLA B.2.6
COEFICIENTE DE CONSUMO MÁXIMO HORARIO (K2)*
 SEGÚN EL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA Y EL TIPO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

Nivel de complejidad del sistema	Red menor de distribución (1)	Red secundaria (2)	Red matriz (3)
Bajo	1,60	—	—
Medio	1,60	1,50	—
Medio alto	1,50	1,45	1,40
Alto	1,50	1,45	1,40

- * Referidos a la demanda máxima diaria (QMD).
 (1) Corresponde a diámetros hasta de 100 mm (4 pulgadas).
 (2) Incluye diámetros mayores de 100 mm (4 pulgadas) y menores de 300 mm (12 pulgadas).
 (3) Tuberías de diámetros mayores o iguales a 300 mm (12 pulgadas).

Demanda Bruta:	90 L/Hab*Dia	
Población actual.	564 Habitantes	
Crecimiento Poblacional:	3 %	
Periodo de diseño:	15 años	
Población de diseño:	879 Habitantes	
Demanda neta:	127 L/Hab*Dia	
Caudal medio:	1.29 L/s	
Caudal máximo diario:	1.68 L/s	
Caudal máximo horario:	2.54 L/s	CAUDAL DE DISEÑO
Número de viviendas	200	
Número de escuelas	2	
Demanda especial (escuela)	70 L/Estud.*Dia	
Número de estudiantes	Escuela 1:	110 estudiantes

	Escuela 2:	115 estudiantes
Caudal unitario para escuelas.	Escuela 1:	0.13 L/s
	Escuela 2:	0.14 L/s

Caudal unitario para viviendas: 0.011 L/s

$$\text{Caudal unitario por vivienda} = \frac{\text{Caudal maximo horario} - \text{caudal para escuelas}}{\text{Numero de viviendas}}$$

$$\text{Caudal unitario por vivienda} = \frac{2.54 - 0.13 - 0.14}{200} = 0.011 \text{ L/s}$$

Se garantizó que el caudal generado por la fuente de abastecimiento cumple con la demanda necesaria de 2.7 l/s y se asegura un caudal mínimo en la fuente de 2L/s para efectos ecológicos como lo indica el DECRETO 0865 DE 2004. Numeral 3.4.2. Reducción por caudal ecológico.

7.4 DISEÑO DE LA CONDUCCION

El diseño se realizó con EPANET 2.0, programa asistido por computadora para el análisis de sistemas de distribución de agua potable. El programa es de dominio público y es desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

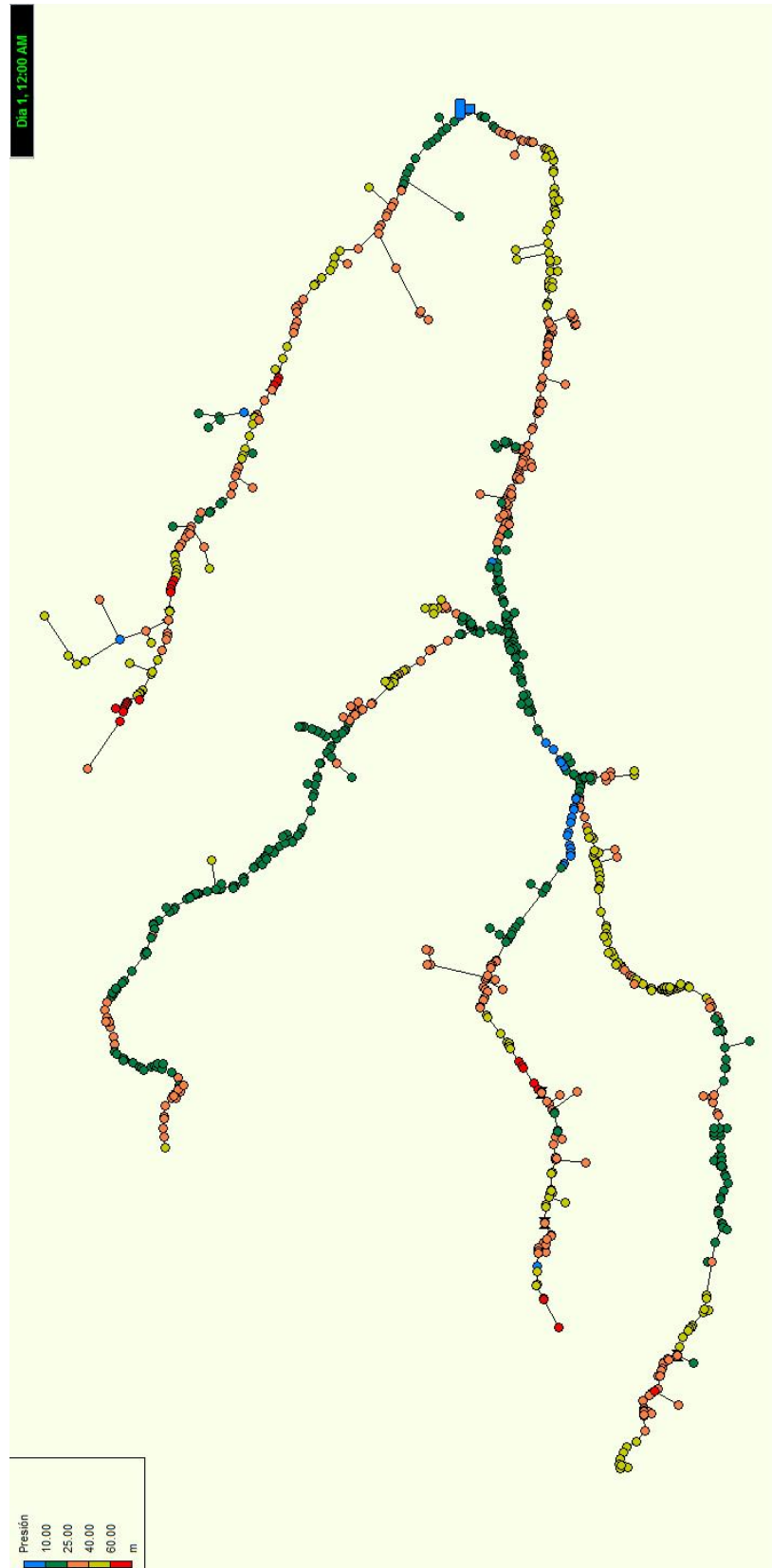
Al programa se le entrega la topografía de la tubería (Coordenadas Este, Norte y Cota), domiciliarias, demanda por vivienda y escuelas, diámetros de tubería y válvulas; y el programa arroja Presiones, velocidades, caudal en la tubería, coeficiente de fricción y otros factores. Las tablas de los resultados del diseño, arrojadas por el programa EPANET se entregan en medio magnético.

El diseño se realizó utilizando la fórmula de Darcy - Weisbach, y el material para la tubería es de PVC con una rugosidad de 0.0015 mm.

A continuación se muestra un resumen de los resultados del programa, se ha organizado por cada ramal del sistema:



Presión en los nudos.



RAMAL N°1 - RAMAL PRINCIPAL

Nodo	Abscisa (m)	Cota (m)	Nivel Dinámico (mca)	Diámetro Nominal (pulg)	RDE
0	0	2534,56	2,5	2 1/2	21 PVC
1	77,9	2516,58	2,8	2 1/2	21 PVC
2	133,5	2510,56	16,4	2 1/2	21 PVC
3	176,0	2506,82	24,3	2 1/2	21 PVC
4	208,7	2502,68	27,7	2 1/2	21 PVC
5	255,5	2499,73	30,1	2 1/2	21 PVC
6	280,5	2495,50	34,4	2 1/2	21 PVC
7	359,3	2492,68	37,9	2 1/2	21 PVC
8	408,9	2491,66	39,7	2 1/2	21 PVC
9	459,0	2486,12	40,4	2 1/2	21 PVC
10	540,9	2476,75	43,3	1 1/2	21 PVC
11	601,0	2468,41	47,3	1 1/2	21 PVC
12	677,6	2460,85	53,9	1 1/2	21 PVC
13	817,2	2457,24	57,5	1 1/4	21 PVC
14	908,8	2453,92	49,4	1 1/4	21 PVC
15	977,3	2452,51	44,6	1 1/4	21 PVC
16	1048,9	2449,52	39,9	1 1/4	21 PVC
17	1115,0	2446,41	36,5	1 1/4	21 PVC
18	1135,2	2448,95	33,6	1 1/4	21 PVC
19	1180,0	2447,74	28,9	1 1/4	21 PVC
20	1199,3	2446,37	27,0	1 1/4	21 PVC
21	1307,6	2444,83	26,1	1 1/4	21 PVC
22	1360,2	2438,24	18,9	1 1/4	21 PVC
23	1412,6	2433,71	20,8	1 1/4	21 PVC
24	1471,1	2425,84	20,6	2	21 PVC
25	1623,9	2415,96	20,3	2	21 PVC
26	1656,9	2414,67	35,0	2	21 PVC
27	1723,1	2414,27	36,1	2	21 PVC
28	1752,7	2415,22	35,6	2	21 PVC
29	1776,6	2418,02	34,3	2	21 PVC
30	1827,7	2418,40	30,8	2	21 PVC
31	1858,2	2417,57	29,7	2	21 PVC
32	1879,1	2419,08	29,3	2	21 PVC
33	1924,1	2413,05	31,6	2	21 PVC
34	2058,0	2423,92	33,9	2	21 PVC
35	2122,3	2425,75	21,3	2	21 PVC
36	2172,8	2428,22	18,7	2	21 PVC
37	2247,2	2421,74	15,9	2	21 PVC
38	2276,6	2418,59	20,7	2	21 PVC

39	2334,0	2418,03	24,0	2	21 PVC
40	2380,0	2419,20	24,1	2	21 PVC
41	2432,4	2417,01	22,7	2	21 PVC
42	2487,0	2419,18	24,5	2	21 PVC
43	2580,7	2416,81	22,6	2	21 PVC
44	2697,8	2415,79	24,4	2	21 PVC
45	2750,6	2420,67	24,9	2	21 PVC
46	2792,7	2424,57	20,0	2	21 PVC
47	2850,0	2422,91	16,0	2	21 PVC
48	2890,0	2415,03	17,4	2	21 PVC
49	2939,0	2411,36	25,1	2	21 PVC
50	2975,1	2405,64	28,0	3/4	21 PVC
51	3037,7	2399,40	30,6	3/4	21 PVC
52	3140,0	2383,88	31,8	3/4	21 PVC
53	3202,3	2376,14	39,1	3/4	21 PVC
54	3250,0	2366,64	41,0	3/4	21 PVC
55	3300,0	2359,76	47,0	3/4	21 PVC
56	3342,3	2354,04	49,4	3/4	21 PVC
57	3395,3	2350,04	57,7	3/4	21 PVC
58	3545,7	2347,73	53,1	3/4	21 PVC
59	3595,1	2348,68	42,9	3/4	21 PVC
60	3610,0	2346,18	40,2	3/4	21 PVC
61	3663,3	2346,10		3/4	21 PVC
62	3718,7	2348,10	38,6	3/4	21 PVC
63	3734,7	2346,53	37,4	3/4	21 PVC
64	3774,7	2344,99	33,9	1	13,5 PVC
65	3815,7	2339,36	32,0	1	13,5 PVC
66	3859,8	2338,66	37,1	1	13,5 PVC
67	3896,3	2337,26	36,9	1	13,5 PVC
68	3942,4	2334,44	37,6	1	13,5 PVC
69	3983,0	2331,90	38,9	1	13,5 PVC
70	4033,0	2328,44	40,5	1	13,5 PVC
71	4103,0	2327,31	43,1	1	13,5 PVC
72	4161,5	2328,28	42,0	1	13,5 PVC
73	4203,0	2327,86	40,9	1	13,5 PVC
74	4253,0	2325,66	41,3	1	13,5 PVC
75	4302,6	2326,22	39,9	1	13,5 PVC
76	4351,8	2327,35	36,8	1/2	13,5 PVC
77	4513,0	2323,11	33,6	1/2	13,5 PVC
78	4577,5	2320,00	33,6	1/2	13,5 PVC
79	4583,0	2319,14		1/2	13,5 PVC
80	4585,0	2320,18		1/2	13,5 PVC

81	4723,0	2318,10	29,7	1/2	13,5 PVC
82	4803,0	2319,61	26,2	1/2	13,5 PVC
83	4833,0	2317,80	27,4	1/2	13,5 PVC
84	4865,8	2314,88	28,7	1/2	13,5 PVC
85	4917,7	2311,26	31,2	1/2	13,5 PVC
86	5078,6	2301,09	38,9	1/2	13,5 PVC
87	5223,0	2291,10	46,8	1/2	13,5 PVC
88	5323,0	2285,42	51,1	1/2	13,5 PVC
89	5449,2	2276,12	58,5	1/2	13,5 PVC
90	5653,0	2264,73	31,2	1/2	13,5 PVC
91	5733,0	2263,23	32,0	1/2	13,5 PVC
92	5783,0	2263,61	31,6	1/2	13,5 PVC
93	5833,0	2265,79	31,3	1/2	13,5 PVC
94	5883,0	2262,36	35,4	1/2	13,5 PVC
95	6111,2	2248,70	46,2	1/2	13,5 PVC

RAMAL N° 2

Nodo	Abscisa (m)	Cota (m)	Cota Piezometrica (mca)	Diámetro Nominal (pulg)	RDE
0	2,9	2419,01	28,7	1	13,5 PVC
1	83,2	2427,74	20,8	1	13,5 PVC
2	125,1	2429,43	19,1	1	13,5 PVC
3	162,3	2431,78	16,2	1	13,5 PVC
4	180,9	2430,51	17,2	1	13,5 PVC
5	232,0	2434,70	12,8	1	13,5 PVC
6	273,2	2427,02	18,4	1/2	13,5 PVC
7	304,0	2424,04	20,5	1/2	13,5 PVC
8	350,7	2422,09	28,8	1/2	13,5 PVC
9	367,0	2417,10	23,4	1/2	13,5 PVC
10	440,7	2410,59	19,2	1/2	13,5 PVC
11	482,0	2408,45	28,3	1/2	13,5 PVC
12	542,2	2414,80	33,3	1/2	13,5 PVC
13	580,0	2406,46	32,5	1/2	13,5 PVC
14	622,4	2399,03	31,5	1/2	13,5 PVC
15	731,5	2400,01	29,5	1/2	13,5 PVC
16	813,6	2393,35	33,7	1/2	13,5 PVC
17	847,7	2387,30	37,9	1/2	13,5 PVC
18	880,8	2384,61	40,8	1/2	13,5 PVC
19	941,7	2384,76	39,7	1/2	13,5 PVC
20	988,6	2379,91	43,7	1/2	13,5 PVC
21	1021,0	2383,27	48,9	1/2	13,5 PVC
22	1069,0	2371,62	51,1	1/2	13,5 PVC

23	1149,5	2363,22	58,3	1/2	13,5 PVC
24	1198,9	2365,70	55,2	1/2	13,5 PVC
25	1218,8	2361,57	59,5	1/2	13,5 PVC
26	1280,6	2339,80	79,7	1/2	13,5 PVC
27	1302,4	2338,10	80,9	1/2	13,5 PVC
28	1380,5	2339,91	78,4	1/2	13,5 PVC
29	1411,4	2334,50	83,3	1/2	13,5 PVC
30	1428,7	2336,61	81	1/2	13,5 PVC
31	1473,5	2334,74	82,1	1/2	13,5 PVC
32	1525,8	2342,24	32,9	1/2	13,5 PVC
33	1558,4	2343,02	32,7	1/2	13,5 PVC
34	1594,3	2341,95	32,6	1/2	13,5 PVC
35	1649,4	2337,09	37	1/2	13,5 PVC
36	1705,8	2328,77	45,1	1/2	13,5 PVC
37	1761,9	2321,62	52	1/2	13,5 PVC
38	1832,4	2317,79	55,3	1/2	13,5 PVC
39	1897,5	2309,35	64	1/2	13,5 PVC
40	1962,1	2305,25	67,5	1/2	13,5 PVC
41	2017,8	2300,76	72	1/2	13,5 PVC
42	2044,0	2301,11	39,7	1/2	13,5 PVC
43	2103,3	2296,94	44	1/2	13,5 PVC
44	2162,4	2291,97	48,5	1/2	13,5 PVC
45	2235,0	2284,48	56	1/2	13,5 PVC
46	2258,5	2280,22	68,3	1/2	13,5 PVC
47	2296,0	2270,39	70	1/2	13,5 PVC
48	2417,5	2280,84	72,1	1/2	13,5 PVC

RAMAL N°3 - EL CABUYO

Nodo	Abscisa (m)	Cota (m)	Presión Dinámica (mca)	Diámetro Nominal (pulg)	RDE
0	0	2417,02	25,3	1 1/2	21 PVC
1	34,9	2419,96	25,9	1 1/2	21 PVC
2	79,8	2419,06	25,7	1 1/2	21 PVC
3	135,6	2415,94	30,5	1 1/2	21 PVC
4	198,3	2414,15	30,5	1	13,5 PVC
5	249,8	2408,50	33,9	1	13,5 PVC
6	327,5	2398,28	40,2	1	13,5 PVC
7	399,8	2388,26	46,2	1	13,5 PVC
8	457,2	2381,76	52,1	1	13,5 PVC
9	486,0	2379,21	53,1	1	13,5 PVC
10	512,3	2375,29	55,9	1	13,5 PVC
11	568,9	2373,79	50,2	1	13,5 PVC

12	641,1	2377,02	49,3	1	13,5 PVC
13	720,0	2383,45	40,9	1	13,5 PVC
14	754,1	2383,98	38,1	1	13,5 PVC
15	795,0	2386,95	33,9	1	13,5 PVC
16	835,7	2389,17	30	1	13,5 PVC
17	873,7	2385,26	32,7	1	13,5 PVC
18	951,6	2383,21	32,4	1	13,5 PVC
19	1009,8	2380,19	33,5	1	13,5 PVC
20	1074,2	2376,53	35,4	1	13,5 PVC
21	1137,3	2374,59	35,8	1	13,5 PVC
22	1210,6	2373,22	35,2	1	13,5 PVC
23	1337,2	2372,41	32,6	1	13,5 PVC
24	1363,8	2374,58	30	1	13,5 PVC
25	1397,1	2370,02	32,8	1	13,5 PVC
26	1450,0	2367,58	35,9	1	13,5 PVC
27	1515,2	2367,71	35,5	1	13,5 PVC
28	1559,1	2368,82	33,3	1	13,5 PVC
29	1626,1	2363,02	37,7	1	13,5 PVC
30	1676,9	2363,56	36,6	1	13,5 PVC
31	1711,5	2362,20	37,1	1	13,5 PVC
32	1754,0	2362,07	30,7	1	13,5 PVC
33	1815,4	2361,07	36,6	1	13,5 PVC
34	1889,6	2361,23	35,3	1	13,5 PVC
35	1919,7	2363,55	32,7	1	13,5 PVC
36	1968,5	2359,19	41,5	1	13,5 PVC
37	2037,4	2361,80	32,8	1	13,5 PVC
38	2119,4	2358,53	36,3	1	13,5 PVC
39	2174,4	2358,82	35	1/2	13,5 PVC
40	2249,9	2355,39	30,2	1/2	13,5 PVC
41	2305,8	2350,6643	28,4	1/2	13,5 PVC
42	2342,2	2346,5213	27,8	1/2	13,5 PVC
43	2415,0	2343,7582	34,6	1/2	13,5 PVC
44	2453,5	2344,2465	31,3	1/2	13,5 PVC
45	2559,7	2342,0305	13,1	1/2	13,5 PVC
46	2605,8	2336,6023	14	1/2	13,5 PVC
47	2754,4	2317,1996	21,2	1/2	13,5 PVC
48	2799,2	2315,8537	19	1/2	13,5 PVC
49	2801,1	2313,2055		1/2	13,5 PVC
50	2811,9	2309,6348	24,9	1/2	13,5 PVC
51	2897,6	2300,3381	28	1/2	13,5 PVC
52	2972,4	2291,6254	32,4	1/2	13,5 PVC
53	3048,8	2281,2844	38	1/2	13,5 PVC

RAMAL N°4 - LOMAS DE SAN JUAN

Nodo	Abscisa (m)	Cota (m)	Presión Dinámica (mca)	Diámetro Nominal (pulg)	RDE
0	0	2531,19	2,8	1	13,5 PVC
1	76,5	2521,99	11,1	1	13,5 PVC
2	129,4	2517,73	14,9	1	13,5 PVC
3	180,0	2515,97	15,8	1	13,5 PVC
4	324,1	2512,15	17,1	1	13,5 PVC
5	390,0	2504,05	18,7	1	13,5 PVC
6	410,0	2502,07	19,2	1/2	13,5 PVC
7	474,4	2490,52	26,4	1/2	13,5 PVC
8	531,2	2487,64	25,2	1/2	13,5 PVC
9	586,0	2486,75	22,4	1/2	13,5 PVC
10	682,0	2479,37	27,5	1/2	13,5 PVC
11	720,8	2469,63	38,2	1/2	13,5 PVC
12	759,0	2461,23	38,9	1/2	13,5 PVC
13	778,0	2459,93	38,4	1/2	13,5 PVC
14	836,6	2456,25	38,8	1/2	13,5 PVC
15	906,6	2453,73	38,1	1/2	13,5 PVC
16	946,9	2454,35	35,1	1/2	13,5 PVC
17	1010,0	2456,69	29,5	1/2	13,5 PVC
18	1044,9	2459,70	24,9	1/2	13,5 PVC
19	1071,8	2456,73	26,4	1/2	13,5 PVC
20	1127,6	2455,07	24,9	1/2	13,5 PVC
21	1151,8	2449,99	28,9	1/2	13,5 PVC
22	1210,0	2436,17	39,7	1/2	13,5 PVC
23	1259,1	2423,81	49,4	1/2	13,5 PVC
24	1354,3	2412,25	54,6	1/2	13,5 PVC
25	1370,0	2407,48	60,1	1/2	13,5 PVC
26	1390,0	2404,22	35,0	1/2	13,5 PVC
27	1439,9	2399,05	37,8	1/2	13,5 PVC
28	1499,2	2395,95	38,1	1/2	13,5 PVC
29	1542,8	2390,09	42,5	1/2	13,5 PVC
30	1589,8	2386,62	44,4	1/2	13,5 PVC
31	1680,0	2386,01	42,7	1/2	13,5 PVC
32	1740,0	2390,64	36,2	1/2	13,5 PVC
33	1790,0	2397,54	28,1	1/2	13,5 PVC
34	1876,9	2403,16	22,1	1/2	13,5 PVC
35	1982,7	2401,46	19,9	1/2	13,5 PVC
36	2070,0	2388,97	30,9	1/2	13,5 PVC
37	2104,5	2385,76	36,8	1/2	13,5 PVC
38	2147,6	2379,86	39,1	1/2	13,5 PVC

39	2190,0	2369,94	46,3	1/2	13,5 PVC
40	2218,1	2363,69	56,5	1/2	13,5 PVC
41	2249,8	2359,39	61,6	1/2	13,5 PVC
42	2275,4	2355,03	63,2	1/2	13,5 PVC
43	2298,4	2353,65	63,3	1/2	13,5 PVC
44	2330,0	2358,16	63,5	1/2	13,5 PVC
45	2376,4	2361,69	55,2	1/2	13,5 PVC
46	2420,0	2361,11	30,0	1/2	13,5 PVC
47	2468,0	2355,03	35,1	1/2	13,5 PVC
48	2535,2	2351,70	38,9	1/2	13,5 PVC
49	2570,0	2346,01	44,8	1/2	13,5 PVC
50	2630,0	2338,43	52,4	1/2	13,5 PVC
51	2685,3	2331,68	59,4	1/2	13,5 PVC
52	2713,8	2330,62	59,9	1/2	13,5 PVC
53	2725,9	2330,97	59,8	1/2	13,5 PVC
54	2777,1	2327,67	62,8	1/2	13,5 PVC
55	2810,0	2325,01	65,5	1/2	13,5 PVC
56	2855,7	2319,84	70,6	1/2	13,5 PVC

TABLA RESUMEN DIAMETROS Y LONGITUD TOTAL

RAMAL No.	DIAMETRO NOMINAL (")	LONGITUD TOTAL (m)	RDE
1	2 1/2	432,05	21
	2	1512,37	21
	1 1/2	270,55	21
	1 1/4	735,2	21
	1	573,77	13,5
	3/4	800,47	21
	1/2	1813,9	13,5
2	1	229,9	13,5
	1/2	2211,82	13,5
3	1 1/2	135,9	21
	1	2073,46	13,5
	1/2	865,62	13,5
4	1	391,3	13,5
	1/2	2485,12	13,5

8. ANALISIS DE RESULTADOS

El diseño garantiza que las presiones en cada vivienda están por encima de la mínima exigida por la norma RAS 2000 (10 m.c.a para nivel de complejidad bajo).

Se ubicaron válvulas de compuerta al inicio de cada ramal para controlar el flujo cuando se desee hacer mantenimiento a la red o conectar nuevas viviendas al sistema. Al final de cada ramal se colocó un tapón que detiene el flujo en esos puntos.

Se colocaron válvulas de ventosa en los puntos más altos de la conducción para controlar la presencia de aire en la tubería, evacuar el aire en el momento del llenado de la tubería, evitar vacíos y expulsar las burbujas de aire del sistema por motivos de desgasificación del agua.

Se colocaron válvulas de purga en los puntos más bajos de la conducción para eliminar material sólido en suspensión que puede acumularse en estos puntos; y descargar estos sedimentos. Estas válvulas se Ubicaron entre válvulas de ventosa.

Dado que la topografía es quebrada y las presiones dinámicas en el sistema superan la presión máxima recomendado por la norma (60m.c.a) se decidió colocar válvulas reductoras de presión para disminuirlas por debajo de la máxima y así evitar daños a los aparatos hidráulicos y sanitarios de las viviendas. Dado que la última vivienda del Ramal No. 2 y del Ramal No. 3 presentan presiones por encima de la máxima se deberá instalar válvulas de globo que serán cerradas parcialmente para reducir la presión (una vuelta completa quiebra 10 m.c.a.).

La presencia de estas válvulas se muestran en los planos del diseño que serán entregados junto al presente informe.

Las especificaciones técnicas y de instalación de estas válvulas se pueden encontrar en los diferentes catálogos de empresas productoras y distribuidoras de estas.

Se garantiza un caudal de 2 L/s que permanecerá en la fuente para mantener las condiciones ecológicas de la quebrada aguas abajo como lo indica el DECRETO 0865 DE 2004. Numeral 3.4.2. Reducción por caudal ecológico.

9. CONCLUSIONES

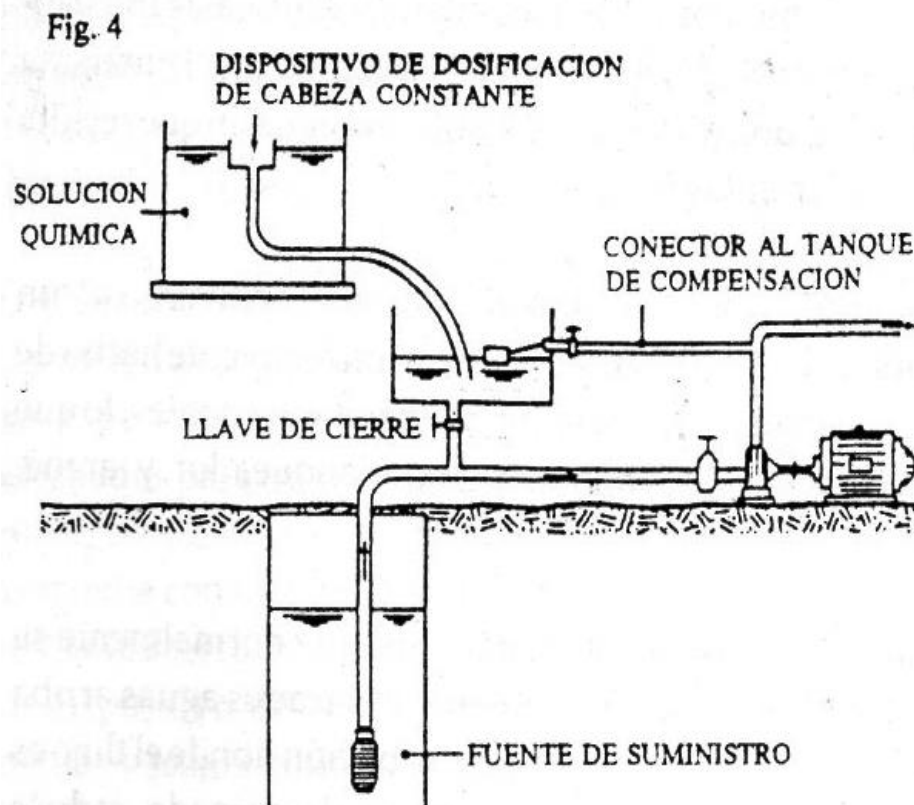
- La realización del presente trabajo permitió la complementación de los procesos teóricos adquiridos como estudiantes durante nuestra formación académica en el programa de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca.
- Teniendo en cuenta las características topográficas de la zona de estudio, se logró el diseño más óptimo de la línea de conducción de acuerdo a la recomendación de diferentes expertos y la Normatividad existente en Colombia sobre el diseño de acueductos.
- Con presente diseño y su posterior construcción se permitirá mejorar las condiciones de calidad de vida de los habitantes de las veredas San Juan, el Cabuyo y la Laguna del Municipio de Popayán.

10. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir las especificaciones de diseño planteadas en el presente proyecto ya que cualquier variación podría ocasionar mal funcionamiento del sistema.
- La tubería se debe sentar sobre un solano o capa de arena de 10 cm de espesor y debe ser cubierta por una capa de 15 cm con material seleccionado.
- El mantenimiento e inspección de las estructuras (bocatoma, filtros, tanques de almacenamiento), de la línea de aducción, conducción y de válvulas reductoras de presión debe ser periódico y estar a cargo de un personal capacitado designado por las autoridades de la comunidad indígena.
- Lograr que los usuarios entiendan la importancia de que este acueducto es exclusivo para el consumo humano debido a los fenómenos climáticos actuales y no debe ser usado para animales ni distrito de riego, de lo contrario elevara los picos de consumo haciendo que el sistema no sea óptimo.
- Se deben implementar mecanismos de protección en la quebrada, con el fin de garantizar en el futuro una buena calidad de agua y las cantidades óptimas para suplir las necesidades de la comunidad. Evitar arrojar aceites, detergentes, basuras aguas arriba de la captación.
- Dado que el caudal captado actualmente (4.6 L/s) es mayor al necesario para suministrar agua potable a la población de diseño (2.7 L/s) se presentará pérdida del líquido en los tanques de almacenamiento, para recoger estas aguas se deberá diseñar una tubería de rebose que

conduzca este caudal excedente de nuevo a la quebrada. Como no se cuenta con la información topográfica para el diseño de esta tubería no es posible recomendar un diseño específico.

- Dado que existe una caseta de cloración que en el momento no está en funcionamiento, pero como ya se dijo se requiere desinfectar el agua se sugiere “Un método económico y de fácil manejo empleado para alimentar hipoclorito para desinfección en sistemas de agua que UDAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional) apoya es el sistema del Tazón Flotante, este sistema tiene un pequeño tubo insertado en el fondo que produce un flujo constante de solución de hipoclorito. Otro tubo pequeño en el tazón conduce la solución de hipoclorito al punto de alimentación.”



Tomado de: Apuntes Técnicos Desinfección de sistemas de abastecimiento de agua de comunidades rurales en países en desarrollo.

Este método tiene como ventaja que es fácil de instalar, de mantener y no requiere de una permanente vigilancia ya que se dosificará en un tanque un volumen de cloro para un periodo fijo.

11. BIBLIOGRAFIA

DOCUMENTOS TECNICOS NORMATIVOS DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO:

1. Resolución No. 1096 del 17 de Noviembre de 2000, por la cual se adopta el Reglamento técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.
2. SECCION I, TITULO A. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.
3. SECCION II, TITULO B,C. Conteniendo los Manuales de Practicas de Ingeniería para:
 - Acueductos.
 - Potabilización.

DECRETO 1575 - Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

RESOLUCION 1096 DEL 17 DE NOVIEMBRE. - Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

RESOLUCION 0865 DE 2004. Adopción de la metodología para el cálculo de índice de escasez para aguas superficiales.

Universidad Del Cauca. Facultad De Ingeniería Civil. Departamento De Ingeniería Ambiental Y Sanitaria - Programa De Ingeniería Civil. Guías De Laboratorio De Química Sanitaria.

ACODAL – Desinfección de sistemas de abastecimiento de agua de comunidades rurales en países en desarrollo.

Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente 2010-2011. Contraloría General de la Republica de Colombia.