DIAGNÓSTICO DE LA PRESTACIÓN ACTUAL DEL SERVICIO DEL ACUEDUCTO RURAL VEREDA LIMONCITOS MUNICIPIO DE PACHO, CUNDINAMARCA

MANUEL ALFREDO FAJARDO PINZÓN
COD: 20132032311

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
INGENIERÍA TOPOGRÁFICA
BOGOTÁ D.C.
MAYO 2018

DIAGNÓSTICO DE LA PRESTACIÓN ACTUAL DEL SERVICIO DEL ACUEDUCTO RURAL VEREDA LIMONCITOS MUNICIPIO DE PACHO, CUNDINAMARCA

PROYECTO PASANTIA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO TOPOGRÁFICO

MANUEL ALFREDO FAJARDO PINZÓN
CÓDIGO: 20132032311

DIRECTOR INTERNO:
ING. DANNY ORLANDO NARANJO LASSO

DIRECTOR EXTERNO:
ING. JORGE ANTONIO ÁLVAREZ MELO

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
INGENIERÍA TOPOGRÁFICA
BOGOTÁ D.C.
MAYO 2018

TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 7

2. OBJETIVOS 7

2.1. OBJETIVO GENERAL 7

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 7

3. JUSTIFICACIÓN 8

4. ZONA DEL PROYECTO 9

5. MARCO TEÓRICO 15

6. MARCO CONCEPTUAL 17

7. METODOLOGÍA 18

7.1. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN PRELIMINAR 18

7.2. TRABAJO DE CAMPO 19

7.3. TRABAJO DE OFICINA 35

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 37

9. BIBLIOGRAFIA 40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.. Estructura Político-Administrativa Pacho 10
Tabla 2. Coordenadas Navegadas Estructuras Existentes 22
Tabla 3. Propiedades tanque de almacenamiento existente 30
Tabla 4. Características accesorios 30

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Reunión con la comunidad 15-Mar-2018 20
Ilustración 2. Esquema actual sistema de acueducto 20
Ilustración 3. Reunión con la comunidad 25-Mar-2018 21
Ilustración 4. Esquema general Acueducto Limoncitos 22
Ilustración 5. Quebrada el mortiño 23
Ilustración 6. Bocatoma 24
Ilustración 7. Plano de planta Bocatoma 24
Ilustración 8. Plano Corte A-A' 25
Ilustración 9. Entrada de Tubería al Desarenador 25
Ilustración 10. Desarenador 26
Ilustración 11. Plano de Planta Desarenador 26
Ilustración 12. Plano de corte B-B' Desarenador 27
Ilustración 13. Tubería en riesgo 28
Ilustración 14. Tanque de almacenamiento 28
Ilustración 15. Plano Planta Tanque de almacenamiento 29
Ilustración 16. Plano corte A-A' Tanque 29
Ilustración 18. Esquema posible alternativa de captación 38
Ilustración 19. Quebrada Alternativa de captación predio de Alonso Bustos 39
Ilustración 20. Predio de don Alonso Bustos posible zona de ubicación de tanques 39

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa. 1. Límites geográficos del Municipio de Pacho 10
Mapa. 2. División Político Administrativa Pacho C/marca 11
Mapa. 3.Cuencas Pacho-Cundinamarca 13
Mapa. 4. Ubicación vereda Limoncitos 14
Mapa. 5. Geodatabase solicitada al IGAC 19
Mapa. 6. MDT Zona del Acueducto 35
Mapa. 7. Ubicación geográfica del acueducto limoncitos 36
Mapa. 8. Diámetros tubería Acueducto Limoncitos 36

INTRODUCCIÓN

La ingeniería topográfica es una rama de la ingeniería que se encarga de mejorar la comprensión de la tierra desde el ámbito de la topografía misma, lo que quiere decir que desde ésta rama nos es posible definir la ubicación exacta de los elementos sobre la tierra, su concepción y relación espacial para entender, representar y analizar su realidad a partir de sus medidas. Desde esta perspectiva la ingeniería topográfica resulta ser una fuente de conocimiento de vital importancia para el conocimiento y desarrollo de un país. Ahora bien, siempre cabe la pregunta ¿para qué sirve el conocimiento que ofrece la topografía? podemos decir qué, sirve tanto para la administración como para la gestión y apoyo en la toma de decisiones para ejecución de obras de infraestructura, planes de ordenamiento territorial, exploración y explotación de recursos naturales, transporte terrestre y aéreo, catastro y otros campos del conocimiento dentro del marco de las políticas de desarrollo sostenible.

Cuando decimos que el conocimiento que aporta la topografía sirve para la administración del territorio, lo que en realidad estamos diciendo es que conocer el territorio es un insumo vital para realizar las disposiciones pertinentes que permitan cumplir el objetivo último del Estado, a saber, mejorar la calidad de vida de los habitantes de un territorio mediante la ejecución de proyectos de ingeniería.

Por otro lado, cuando decimos que el conocimiento topográfico contribuye con la gestión del territorio lo que en realidad estamos diciendo es que desde la topografía también se plantean métodos y formas del aprovechamiento del territorio para la solución de las necesidades comunitarias, no sólo en las grandes ciudades, sino en los diferentes rincones del territorio nacional.

Teniendo en cuenta lo anterior la ingeniería topográfica cumple una doble función: en un primer momento recolecta la información valiosa para la toma de decisiones en pro de la respuesta de las necesidades que se presenten en las comunidades grandes, medianas o pequeñas a lo largo y ancho de un territorio; en un segundo momento también aporta con métodos que se pueden aplicar en las soluciones que se hayan propuesto en un proyecto dado.

De lo dicho hasta aquí, en el ámbito Hidrológico, Hidráulico y de saneamiento Básico podemos ver cómo la ingeniería topográfica es una rama del saber que resulta muy útil para el país, pues, recordemos que Colombia se encuentra en el valioso listado de países que cuentan con la mayor riqueza en recursos hídricos, esto se traduce en la idea de ser uno de los países con mayor cantidad de ecosistemas productores de agua. Siendo este un recurso vital para los seres vivos, debería ser distribuido a la población garantizando un suministro permanente y en óptimas condiciones de calidad; sin embargo en Colombia existe un gran déficit en la prestación del sistema de acueducto, encontrando gran parte de este problema en las zonas rurales.

Teniendo en cuenta lo anterior, presenté al proyecto curricular de Ingeniera Topográfica como modalidad de Grado para optar por el título de Ingeniero Topográfico, una propuesta en la modalidad de Pasantía para apoyar el proyecto de Diagnostico, estudios y diseños de los acueductos rurales de algunas veredas del municipio de Pacho Cundinamarca, específicamente en lo relacionado a la vereda "Limoncitos"; propuesta que fue aprobada por el consejo de carrera mediante el acta No 006 del 14 de Marzo de 2018 y cuyo Título es "Diagnostico de la prestación actual del servicio del acueducto rural vereda limoncitos municipio de pacho, Cundinamarca". Este proyecto lo está llevando a cabo la empresa en la cual me encuentro realizando la pasantía, Hidrocon Ingeniería S.A.S., perteneciente al consorcio Hidroessere, quien lo ejecuta bajo el contrato No 218 de 2017.

Para el desarrollo de este proceso se contó con la colaboración, asociación de usuarios y la comunidad en general, quienes atendieron y suministraron información valiosa.

Como resultado de este proceso, será posible evaluar la calidad del servicio prestado, identificando las falencias con que cuenta el sistema y así presentar esta información como la base para las etapas de estudios y diseños del proyecto en ejecución, donde se plantearan alternativas que una vez ejecutadas puedan garantizar la prestación de un servicio de calidad y técnicamente viable.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema que se presenta en el funcionamiento óptimo del acueducto veredal limoncitos, está relacionado con el estado de la red de tuberías que componen el acueducto y sus estructuras ya que en muchos años no han recibido mantenimiento, así mismo la fuente de abastecimiento al sufrir afectaciones en las olas de calor reduce la capacidad hídrica generando desabastecimiento y en época invernal el alto caudal genera obstrucción en la bocatoma debido al material de arrastre que transporta la quebrada, esto ocasiona una constante intermitencia del servicio, característica negativa que no debe estar presente en la prestación de un servicio de acueducto de calidad.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Apoyar el proceso de diagnóstico, estudios y diseños del acueducto rural de la vereda "Limoncitos" municipio de Pacho-Cundinamarca, identificando las deficiencias del sistema que contribuyan a generar acciones de mejora para un correcto funcionamiento de la red y un servicio eficiente de agua potable a la comunidad.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las condiciones de la zona de captación, para una correcta distribución.
- Inspeccionar las estructuras existentes (Bocatoma, Desarenador, Tanques, etc.) que componen el acueducto, determinando su estado y condiciones de operación.
- Recopilar la información de campo de población y estado actual de la prestación del servicio.
- Coordinar la captura de información Topográfica, de la red de acueducto y realizar su correspondiente Pos-proceso.
- Elaborar el modelo hidráulico del acueducto actual con ayuda de un software (WaterGems) y plantear alternativa de mejoramiento del sistema, en caso de ser necesario.

3. JUSTIFICACIÓN

Considerando que la siguiente Pasantía pretendió diagnosticar el estado actual del acueducto de la vereda "Limoncitos" y plantear en caso de ser necesario una alternativa de mejora del servicio; esta labor será apoyada por los conocimientos técnicos adquiridos en el pregrado de Ingeniería Topográfica y mediante análisis de procesos y el uso de los conocimientos de la ingeniería llevar a satisfacción esta solución que parte de la necesidad actual y futura de la comunidad con respecto a la prestación del servicio.

El Articulo 02 de la Ley 142 de 1994 habla de la intervención del estado en la prestación de servicios públicos para garantizar la calidad, ampliación permanente, atención prioritaria de las necesidades básicas insatisfechas en materia de agua potable y saneamiento básico. El Artículo 06 de la misma ley determina que los municipios prestaran directamente los servicios públicos de su competencia, cuando las características técnicas y económicas del servicio y las conveniencias generales lo permitan y aconsejen.

Que es así como, Empresas Publicas de Cundinamarca S.A. E.S.P. (EPC) como gestor del programa Agua para la prosperidad – Plan Departamental de Aguas PAP-PDA del departamento de Cundinamarca, Ha definido como estrategia de inversión la priorización de obras que correspondan a las necesidades de los municipios para garantizar la calidad y continuidad de los servicios del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.

En el programa Cundinamarca Hábitat Amable, definido en el plan de desarrollo departamental 2016-2020 UNIDOS PODEMOS MÁS aprobado mediante ordenanza No 006 de 2016, se establece que este programa aporta a los objetivos de desarrollo Sostenibles (ODS) del programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PDUD), en particular al objetivo No 6 "Garantizar la disponibilidad y la Gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos". En este programa se especifica como Meta de Resultado Mantener en 98.65% la cobertura del servicio de acueducto Urbano.

Con el fin de alcanzar esta y otras Metas, en el plan de desarrollo Departamental 2016-2020 UNIDOS PODEMOS MÁS, define como estrategias: 1. "Estructurar, viabilizar y ejecutar proyectos de acueducto y alcantarillado que permitan el mejoramiento, optimización y acceso a los sistemas de recolección de aguas servidas en zonas urbanas para mantener la cobertura acorde con el crecimiento de la población" y 2. "Estructurar, viabilizar y ejecutar proyectos de acueducto y alcantarillado en centros poblados localizados en las zonas Rurales"; proyectos de este tipo, servirán como medio para alcanzar el objetivo del programa Cundinamarca Hábitat Amable "Mejorar las condiciones de habitabilidad del entorno y las viviendas de las familias cundinamarquesas con énfasis en la construcción y mejoramiento de sus viviendas y en la accesibilidad a los servicios públicos, sociales y comunitarios para el desarrolle integral".

Que en este sentido, Empresas Publicas de Cundinamarca S.A. ESP como gestor del programa Agua para la prosperidad – Plan Departamental de Aguas PAP-PDA del departamento de Cundinamarca, ha definido como estrategia de inversión la priorización de obras que correspondan a las necesidades de los municipios para garantizar la calidad y continuidad de los servicios del sector de Agua potable y Saneamiento Básico.

El proyecto de estudios y diseños para la optimización de los acueductos veredales EL ARRAYANAL, LIMONCITOS, CUCHARAL, SAN MIGUEL, LAS HUERTAS, CABRERA Y DEL CORREGIMIENTO DE PASUNCHA, municipio de PACHO fue priorizada en el acta de actualización y seguimiento del plan de acción el 16 de marzo de 2017.

4. ZONA DEL PROYECTO

GENERALIDADES MUNICIPIO DE PACHO

El Municipio de Pacho se encuentra localizado al Nor - occidente del Departamento de Cundinamarca a 88 Km de Bogotá y es cabecera de la Provincia del Rionegro, su cabecera municipal se localiza a los 05º 07' 50" de latitud norte y los 74º 09' 30" de longitud Oeste de Greenwich. La altitud de la cabecera municipal es de 2.136 metros sobre el nivel del mar, en general el municipio tiene un rango altitudinal entre los 1.000 y los 3.700 m.

EXTENSIÓN DEL MUNICIPIO

El municipio de Pacho tiene una extensión total de 403.3 km², correspondiéndole 3.6 Km² al sector Urbano y 399.7 Km² al Sector Rural.

LÍMITES GEOGRÁFICOS

Por el Norte con los Municipios de San Cayetano, Villagómez y Topaipí; por el Sur con los Municipios de Supatá y Subachoque; al Occidente con los Municipios de Vergara y el Peñón; y por el Oriente, con los Municipios de Zipaquirá, Tausa y Cogua.

Mapa. 1. Límites geográficos del Municipio de Pacho



Fuente: Elaboración propia.

DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA

La Jurisdicción incluye setenta 70 Veredas, seis (6) Sectores (Unidades de Manejo de Subcuenca, UMSC) y el corregimiento de Pasuncha pertenecientes al Municipio de Pacho.

La estructura Político- Administrativa se relaciona en la siguiente Tabla.

Tabla 1.. Estructura Político-Administrativa Pacho

1	Aguas Claras	19	El Florido	37	La Máquina	55	Negrete
2	Algodonales	20	El Gavilán	38	La Mona	56	Pajonales
3	Alto Yasal	21	El Hatillo	39	La Moya	57	Pan de Azúcar
4	Bajo Pasuncha	22	El Nudillo	40	La Primavera	58	Panamá
5	Bajo Yasal	23	El Palmar	41	La Ramada	59	Quebrada Honda
6	Balconcitos	24	El Palmar de Pasuncha	42	Las Aguilas	60	San Jerónimo
7	Betania	25	El Pencil	43	Las Huertas	61	San José de Pasuncha
8	Bermejal	26	El Pinal	44	Las Lajas	62	San Miguel
9	Canadá	27	Guayabal de Patasía	45	Las Pilas	63	Santa Inés
10	Capitán	28	Guayacán	46	Limoncitos	64	Santa Rosa
11	Caquian	29	Hato Viejo	47	Llano de la Hacienda	65	Santuario
12	Cerro Negro	30	La Bruja	48	Llano del trigo	66	Serrezuela
13	Compera	31	La Cabrera	49	Manantial	67	Timaná
14	Cucharal	32	La Cuesta	50	Marcos Tunja	68	Venadillo
15	El Bosque	33	La Esmeralda	51	Mesetas	69	Veraguas
16	El Cabrero	34	La Gaita	52	Monte verde	70	Yayatá
17	El Carbón	35	La Hoya	53	Mortiño Occidental		
18	El Fical	36	La Laguna	54	Mortiño Oriental		

Fuente: PBOT, Pacho Cundinamarca

Mapa. 2. División Político Administrativa Pacho C/marca



Fuente: Gobernación de Cundinamarca, Secretaría de planeación

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS SUBCUENCAS

QUEBRADA HONDA: Se encuentra ubicada al Nor- Occidente del municipio, con una extensión de 6.653.5 Ha, está conformada por 18 veredas y una población de 2.611 habitantes agrupadas en 511 familias. El municipio se extienda desde la cota 1.000 hasta los 2.200 m. Sus drenajes principales son la Q. Honda y la Q. Torres.

RIO VERAGUAS: Esta subcuenca se extiende en sentido Este -Oeste hacia el Norte del municipio con un área de 7.785.94 Ha, limita con los municipios de Villagómez y San Cayetano. Su población es de 4.258 habitantes en 786 familias localizadas en 14 veredas. Se encuentra entre las cotas 1.000 y 3.000 m. Sus drenajes principales son el Rio Veraguas, Las Quebradas Bermejal y Aguas Claras.

RIO PATASÍA: Se localiza al Nor-este del municipio y se extiende en el sentido N-S, con una extensión de 9.689.88 Ha. Sus cotas están entre los 1.000 y los 3600 m. Tiene una población de 4.968 habitantes

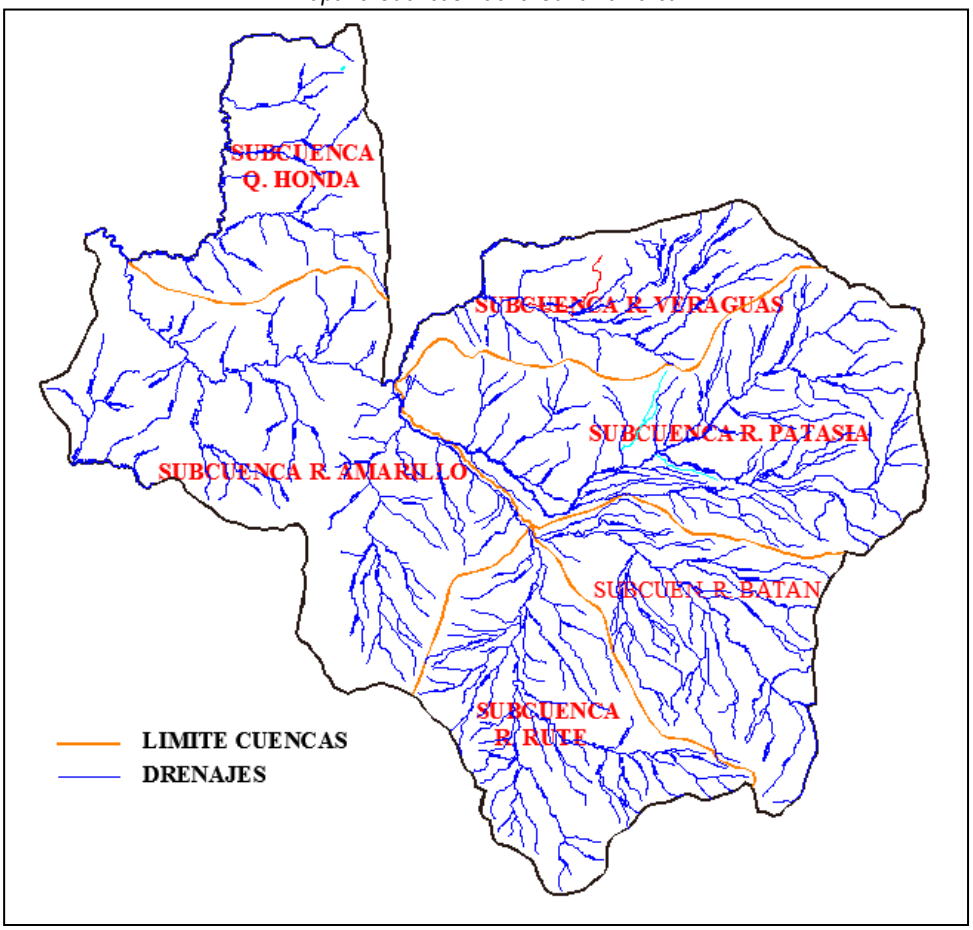
agrupados en 694 familias y 9 veredas. Sus drenajes principales son la Quebrada El Bosque, Rio Yayatá, Quebrada Las Huertas y San Miguel.

RIO BATÁN: Tiene un área de 6.264.6 Ha y una población de 2.280 habitantes en 5 veredas y agrupadas en 401 familias. Sus cotas están entre los 1.200 y los 3.600 m. Se encuentra ubicada hacia el oriente del municipio en sentido Este-Oeste. Sus afluentes más importantes son la Q. El Roble y la Q. El Suchín, que en conjunto con el Rio Rute, forman el Rio Negro.

RIO RUTE: Esta localizado al sur del municipio y drena en sentido Sur -Norte surtiendo el acueducto de la cabecera municipal de Pacho, tiene un área de 6.047.6 Ha y una población de 930 habitantes agrupadas en 186 familias y ubicadas en 5 veredas. Sus cotas van desde los 1.800 hasta los 3.700 m. Sus afluentes más importantes son el Rio La Piñuela, Q. San Antonio, Q. La Esmeralda y Copetones.

RIO AMARILLO: Se localiza al Suroccidente del municipio; tiene un área de 7.773.22 hectáreas, la integran 20 veredas (entre estas "LIMONCITOS"), con una población de 6.009 habitantes y 963 familias. Sus cotas van desde los 800 hasta los 2.200 m. Los afluentes más importantes de esta Subcuenca son el Rio Amarillo y la Q. Seca.

Mapa. 3.Cuencas Pacho-Cundinamarca



Fuente: PBOT- Pacho.

UBICACIÓN VEREDA LIMONCITOS

Saliendo del casco urbano de Pacho/Cundinamarca por la vía que conduce al municipio de La Palma a 6 Km, se encuentra una variante en las coordenadas Latitud 5°10'52"N, Longitud 74°11'49" W; allí se toma esta vía terciaria hacia el Occidente y a 9 Km aproximadamente se encuentra la Vereda Limoncitos.

Mapa. 4. Ubicación vereda Limoncitos



Fuente: Elaboración Propia

GENERALIDADES ACUEDUCTO LIMONCITOS

El acueducto "Limoncitos" se encuentra en funcionamiento desde el año 1993, abasteciendo a la fecha, las necesidades hídricas de 72 Suscriptores, distribuidos así: 24 Vereda Limoncitos, 16 Vereda Upagota, 30 Vereda el Palmar, el colegio de Limoncitos y la escuela de Limoncitos sede el Palmar; en Mayo de 2017 se venció la concesión de aguas superficiales con la que contaba el sistema cuyo caudal a obtener era de 1.75 l/s[1]. Actualmente se encuentra en trámite ante la dirección regional de la CAR la solicitud de una nueva concesión de aguas superficiales.

[1] *información suministrada por la tesorera del acueducto y presidenta de la junta de acción comunal de la Vereda.*

5. MARCO TEÓRICO

El sistema de acueducto debe estar constituido por una estructura básica necesaria para el abastecimiento de agua cruda y tratamiento de agua potable así como por redes matrices y secundarias que distribuyen el agua a una comunidad determinada.

Existen dos tipos de acueducto:

- POR BOMBEO: Se utiliza cuando es necesario impulsar el agua o elevarla, esto se realiza con el uso de motobombas.

- POR GRAVEDAD: Se aprovechan los desniveles topográficos para transportar el agua.

El sistema de acueducto está formado por elementos físicos como los tanques y las tuberías, que conforman el aspecto técnico y por personas como el fontanero y el administrador que conforman el aspecto empresarial.

Para fundamentar este trabajo de pasantía se tuvo en cuenta aportes relacionados con el uso y aprovechamiento del agua, componentes esenciales en un sistema de acueducto para un funcionamiento óptimo, lineamientos para la planificación y el diseño de sistemas de uso múltiple del agua en zonas rurales de Colombia, donde podemos encontrar Principios como el de un acceso más equitativo hacia el recurso del agua tanto para fines domésticos como para fines productivos de pequeña escala, contribuyen a la reducción de la pobreza y a la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua; para terminar se menciona el reglamento técnico de agua potable y saneamiento básico RAS 2000 en subtitulo B sistema de acueducto.

COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

Un sistema de acueducto, requiere de una serie de obras y/o estructuras esenciales para su funcionamiento. Los elementos que hacen parte del sistema de acueducto son:

Microcuenca: Es la fuente de abastecimiento de agua en una región, es decir, de donde se obtiene el agua que se va a distribuir. La microcuenca es el área geográfica mínima en la cual el agua se desplaza a través de drenajes con una salida principal llamada nacimiento o desagüe. Cuando este desagüe o río desemboca en otros cuerpos de agua mayores, como un lago, otro río, una ciénaga, o desemboca en el mar, se habla de una cuenca. (Alejandra Henao R)

Captación: Está conformada por las obras o estructuras que permiten tomar el agua de la fuente en forma controlada. En fuentes superficiales las captaciones se denominan bocatomas y en aguas subterráneas pozos o aljibes. (Alejandra Henao R)

La aducción: Tuberías que llevan el agua hasta el Desarenador. (Alejandra Henao R)

Desarenador: Son tanques cuya función es separar las arenas y elementos sólidos que lleva el agua en su recorrido. No todos los acueductos cuentan con este componente. (Alejandra Henao R)

Obras de conducción: Este componente está constituido por las tuberías o mangueras que conducen nuevamente el agua a la planta de tratamiento (sí la hay) o al tanque de almacenamiento y a la red de distribución (Alejandra Henao R)

Planta de tratamiento: Es el componente que realiza la función de purificación y potabilización del agua. (Alejandra Henao R)

Tanques de almacenamiento: Una vez el agua sea potable, esta se almacena en tanques, esto permite disponer de reservas de agua. Debido a que el consumo de la población no es constante sino que varía según la hora del día, el tanque regula las variaciones del consumo. La función básica del tanque es almacenar agua en las horas que se consume menos, de tal forma que en el momento en que la demanda es mayor el suministro se completa con el agua almacenada. El tanque permite disponer de almacenamiento en caso de reparaciones o para atender incendios y regula las presiones en la red de distribución. Este es el séptimo componente de un sistema de acueducto. (Alejandra Henao R)

Sistemas de distribución y conexiones domiciliarias: Son el conjunto de tuberías o mangueras encargadas de llevar el agua hasta cada vivienda. (Alejandra Henao R)

FUNCIONAMIENTO ÓPTIMO DE UN SISTEMA DE ACUEDUCTO

Un sistema de acueducto funciona bien y ofrece un buen servicio cuando:

- Entrega agua potable todo el tiempo (calidad del agua)

- Abastece de agua a toda la comunidad (cobertura)

- El servicio es continuo y los usuarios disponen de agua a cualquier momento (continuidad)

- Da información oportuna sobre el servicio y los reclamos que de él se deriven (atención al cliente)

Para que la entidad prestadora pueda entregar un servicio con estas características e indicadores de gestión, es necesario que se inviertan recursos para cubrir los gastos del personal, de los combustibles, de los químicos, de las obras, las investigaciones para mejorar el sistema y de los materiales para mejorar o ampliar el servicio.

En los últimos años se ha investigado profundamente acerca de la operación de los sistemas de acueducto con el objetivo de que dicha operación sea un proceso óptimo desde el punto de vista de los costos y satisfacción de la demanda.

6. MARCO CONCEPTUAL

En el presente apartado se exponen los conceptos básicos que orientan el desarrollo de la pasantía como: Concesión de aguas superficiales, caudal, agua cruda, agua potable, dotación, tubería y usuario.

Concesión de aguas superficiales: La concesión de aguas superficiales, consiste en obtener el derecho al aprovechamiento de las aguas superficiales para los siguientes fines como: Abastecimiento doméstico en los casos que requiera derivación, Riego y silvicultura, Abastecimiento de abrevaderos cuando se requiera derivación, Uso industrial, Generación térmica o nuclear de electricidad y otros usos. (MINISTERIO DE AMBIENTE)

Caudal: Volumen de agua que pasa a través de una sección transversal del río en la unidad de tiempo (ETESA, 2009).

Agua cruda: Agua superficial o subterránea en estado natural; es decir, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento (RAS, 2000).

Agua potable: Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos es apta y aceptable para el consumo humano y cumple con las normas de calidad de agua.(RAS, 2000).

Dotación: Cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes (RAS, 2000).

Tubería: Ducto de sección circular para el transporte de agua (RAS, 2000).

Usuario: Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le conoce también como consumidor (Ley 142 de 1994) (RAS, 2000).

7. METODOLOGÍA

Para el desarrollo se adelantaron las siguientes actividades; Recopilación de información preliminar, reuniones de socialización con la comunidad interesada, visita técnica al sitio donde se realizó el reconocimiento de las estructuras que componen el acueducto, registro fotográfico Y captura de información topográfica de las estructuras y tuberías; posteriormente se realizó el trabajo de oficina donde se utilizaron diferentes herramientas ofimáticas y de procesamiento de información geográfica que nos permitieron generar los productos finales.

7.1. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN PRELIMINAR

I. Se realizó la identificación de las zonas objeto de estudio donde se llevarían a cabo las actividades contractuales y se procedió a recopilar información de planeación y ejecución del municipio de Pacho, desde el portal Web del municipio, encontrando:

- Plan Básico de ordenamiento territorial para el municipio de pacho.
- Plan Básico de ordenamiento territorial para el municipio de pacho.
- Plan territorial de Salud 2008-2011.
- Plan territorial de Salud 2008-2011.
- Plan territorial de Salud 2008-2011.

Documentos que nos sirvieron de consulta para conocer generalidades del municipio e información relacionada con la distribución y características básicas de los sistemas de acueducto urbanos y rurales.

II. Se Solicitaron archivos al Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en formato GDB, de la plancha cartográfica 208IIC que corresponde a la zona del municipio donde se encuentra el Acueducto de la vereda Limoncitos.

Mapa. 5. Geodatabase solicitada al IGAC



Fuente: Geoportal IGAC

7.2. TRABAJO DE CAMPO

SOCIALIZACIÓN

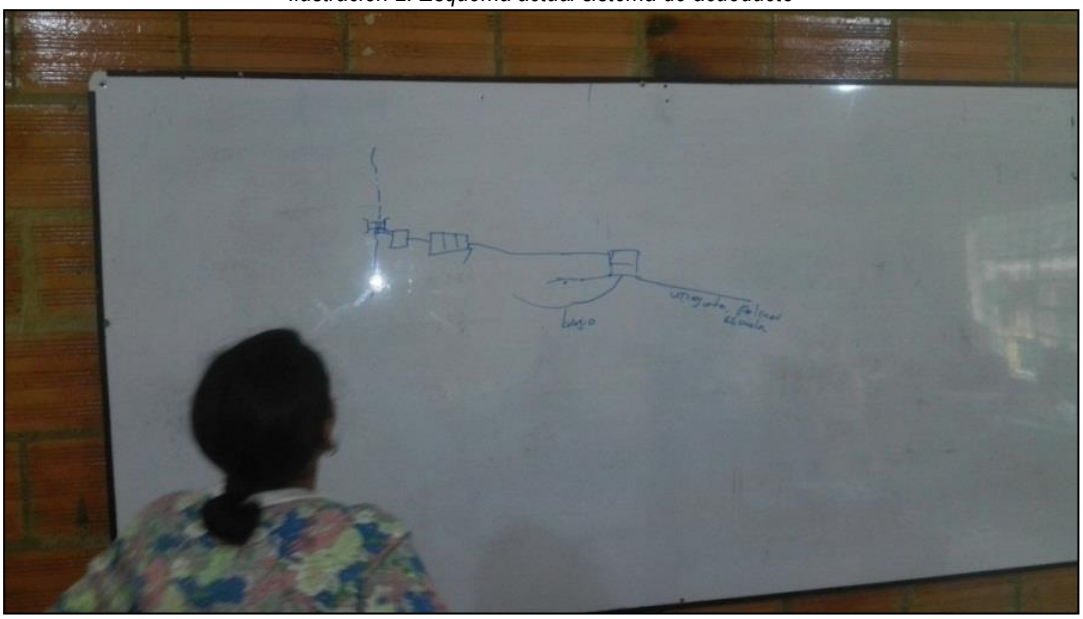
En el colegio de la vereda Limoncitos Municipio de Pacho Cundinamarca, se llevó a cabo una primera reunión entre el equipo técnico de la empresa Hidrocon Ingeniería y parte de la comunidad de la vereda con el fin de socializar el alcance del proyecto y conocer la opinión de los habitantes con respecto al servicio que presta el acueducto de la vereda; la reunión tan solo contó con la presencia de 9 habitantes del sector y se conoció por parte de la presidenta de la junta de acción comunal el esquema operativo del sistema de Acueducto y se identificó una inconformidad de los suscriptores con respecto a la prestación del servicio donde manifiestan que en épocas secas, el agua almacenada es insuficiente para abastecer a los usuarios del acueducto y por ende se debe racionar el agua por zonas para garantizar el suministro a todos los usuarios.

Ilustración 1. Reunión con la comunidad 15-Mar-2018



Fuente: Autor 2018

Ilustración 2. Esquema actual sistema de acueducto



Fuente: Autor 2018

(En la imagen la señora Sandra Acosta presidenta de la junta de acción comunal y tesorera del acueducto, hace una breve explicación de la estructura del sistema de acueducto existente, como funciona y cuáles son las problemáticas del mismo.)

Se programó una segunda reunión de sensibilización con la comunidad, donde se esperaba contar con una mayor número de habitantes del sector con respecto a la primera reunión; esta se llevó a cabo el día 25 de Marzo de 2018 con la presencia del equipo técnico y 60 habitantes de la vereda, los cuales compartieron sus puntos de vista sobre la operación del servicio, manifestando las siguientes inconformidades:

I. En temporadas secas el suministro de agua es insuficiente ya que el caudal de la quebrada se reduce significativamente generando disminución de la disponibilidad hídrica.
II. En temporadas invernales el material de arrastre que trae la fuente de Abastecimiento, congestiona la estructura de captación, impidiendo así el flujo permanente del Líquido.
III. La cantidad de agua requerida para riego de diferentes cultivos, es superior a la proporcionada por el sistema esencialmente en temporadas secas. Por lo cual se hace imprescindible tener en cada predio mínimo una estructura de almacenamiento que sirva como reserva.
IV. En razón a que el sistema no cuenta con una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), se plantea la construcción de una de estas, ya que al ser captada el agua de una fuente de abastecimiento que puede estar sometida a contaminación natural o de origen antrópico, se incide directamente en un nivel de riesgo sanitario que puede afectar con enfermedades de origen hídrico a la comunidad.
V. El tanque de almacenamiento de agua con que cuenta el acueducto, carece de mantenimiento ya que no es sometidos regularmente a lavado y desinfección impidiendo que agua esté en condiciones de ser utilizada para consumo humano.

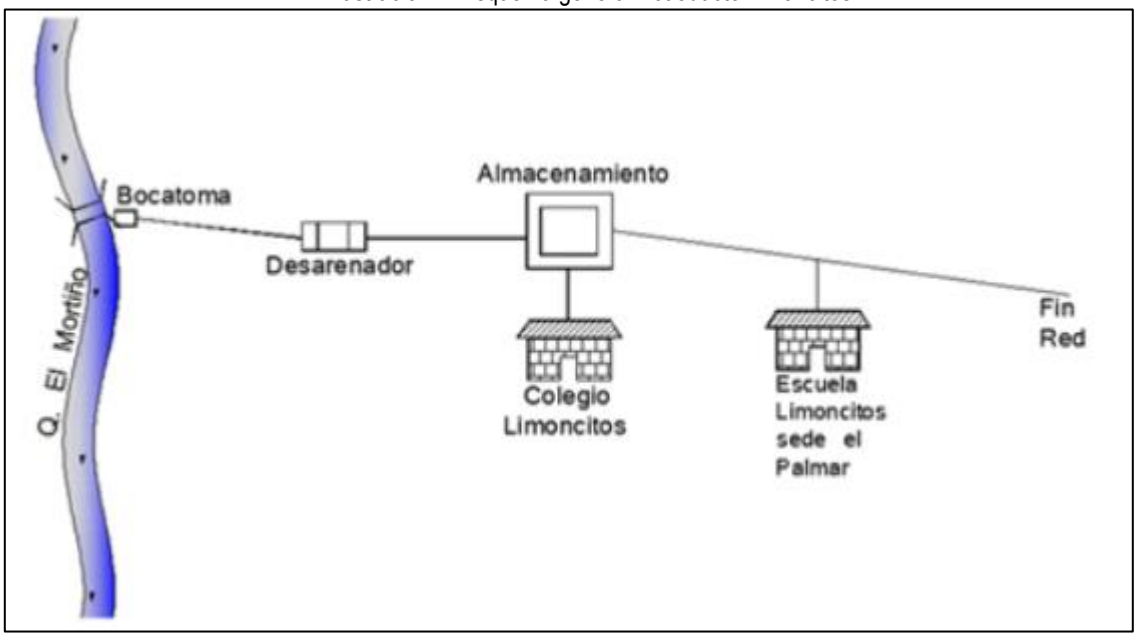
Ilustración 3. Reunión con la comunidad 25-Mar-2018



Fuente: Autor 2018

De la mano de la comunidad se conoció el esquema del Acueducto y sus estructuras:

Ilustración 4. Esquema general Acueducto Limoncitos



Fuente: Autor 2018

RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURAS

Tabla 2. Coordenadas Navegadas Estructuras Existentes

WAYPOINT	COORDENADAS	
	LONGITUD	LATITUD
BOCATOMA	W 074° 14´ 21.3”	N 05° 09´ 15.8”
DESARENADOR LIMONCITOS	W 074° 14´ 22.8”	N 05° 09´ 18.0”
TANQUE ALMACENAMIENTO	W 074° 15´ 05.5”	N 05° 09´ 29.7”

Fuente: Autor 2018

I. FUENTE DE ABASTECIMIENTO

La microcuenca quebrada el Mortiño es la fuente de la cual se abastece el acueducto de Limoncitos, su gran problema es que en temporadas secas reduce su caudal de una forma considerable.

Ilustración 5. Quebrada el mortiño



Fuente: Autor 2018

II. CAPTACIÓN

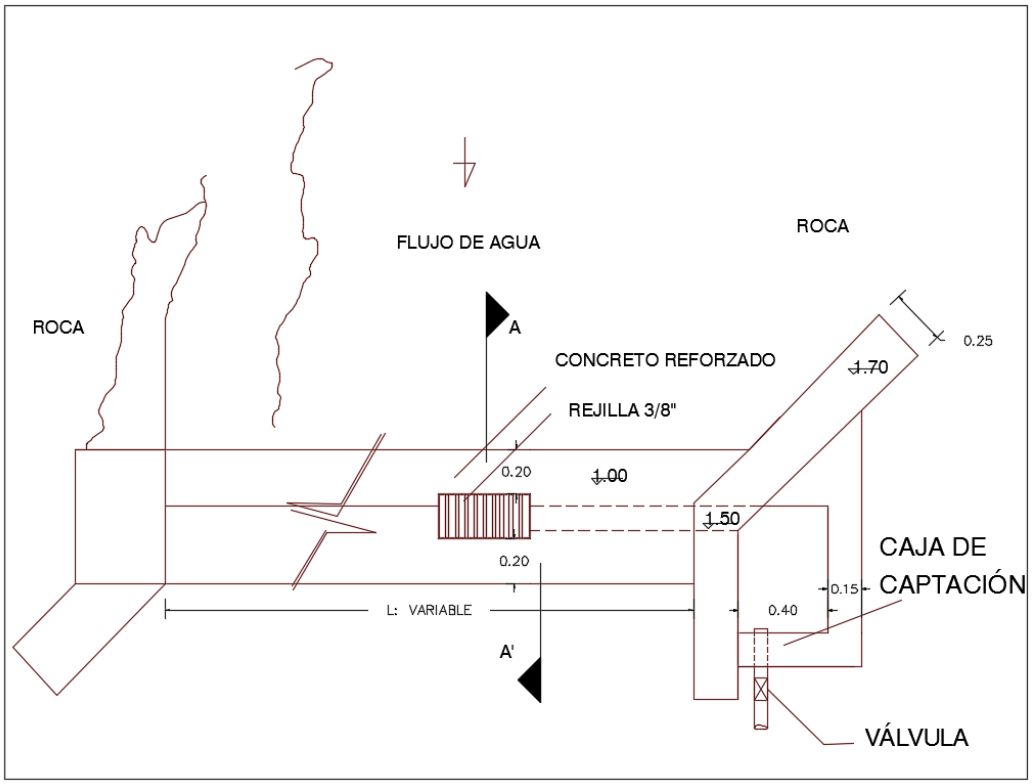
La Bocatoma se encuentra ubicada en las coordenadas Latitud 74°14´21.3”W y 5°09´ 15”N para acceder a este lugar es indispensable la compañía de quien conozca el camino de acceso ya que este no se encuentra demarcado y debido a la alta capa de vegetación, que rodea la zona no se evidencia paso alguno; al llegar a la estructura a primera vista se identifica un problema de taponamiento en la rejilla en razón a sus reducidas dimensiones que generan que gran parte del material de arrastre como piedras, hojas, etc que trae la quebrada, bloqueen la rejilla dificultando así el funcionamiento óptimo de la misma.

Ilustración 6. Bocatoma



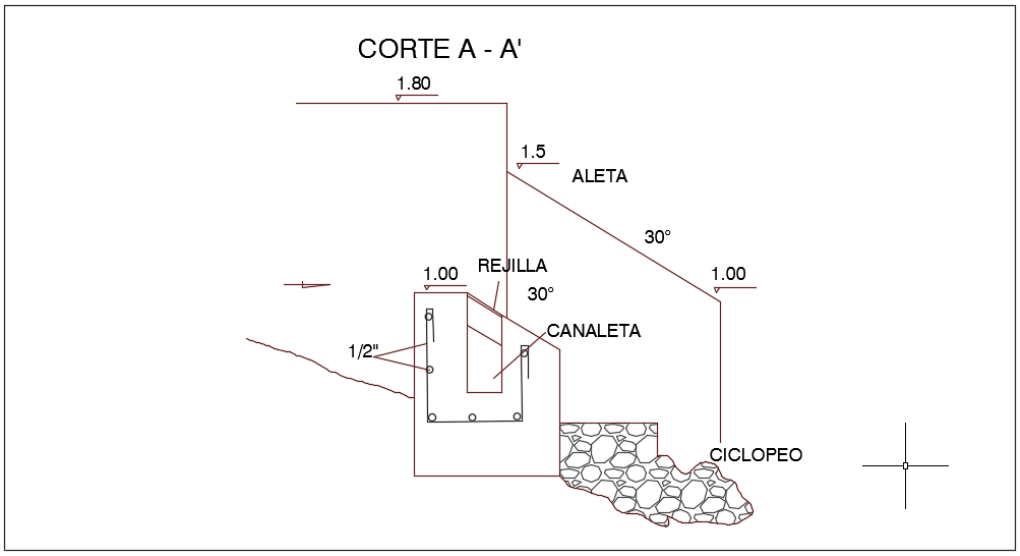
Fuente: Autor 2018

Ilustración 7. Plano de planta Bocatoma



Fuente: Servicio seccional de salud de Cundinamarca
Plano suministrado por la presidenta de JAC

Ilustración 8. Plano Corte A-A'



Fuente: Servicio seccional de salud de Cundinamarca
Plano suministrado por la presidenta de JAC

III. DESARENADOR

El Desarenador se encuentra en las coordenadas Latitud 5°09'18.1"N Longitud 74°14'22.6"W; verificando el estado de este se encontró que la tubería de entrada tiene una conexión herrada (Ilustración 11), generando un alto riesgo de daño en la misma ya que una de las tapas protectoras de la cubierta descansa libremente sobre la tubería; así mismo se evidencia rebose hidráulico en la salida de la estructura (Ilustración 12).

Ilustración 9. Entrada de Tubería al Desarenador



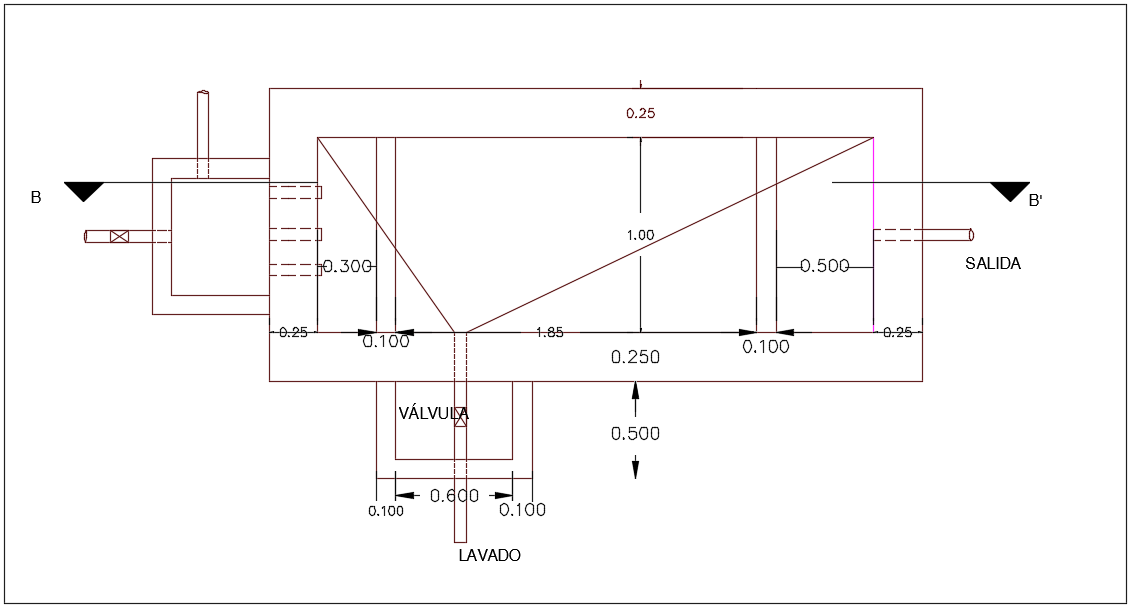
Fuente: Autor 2018

Ilustración 10. Desarenador



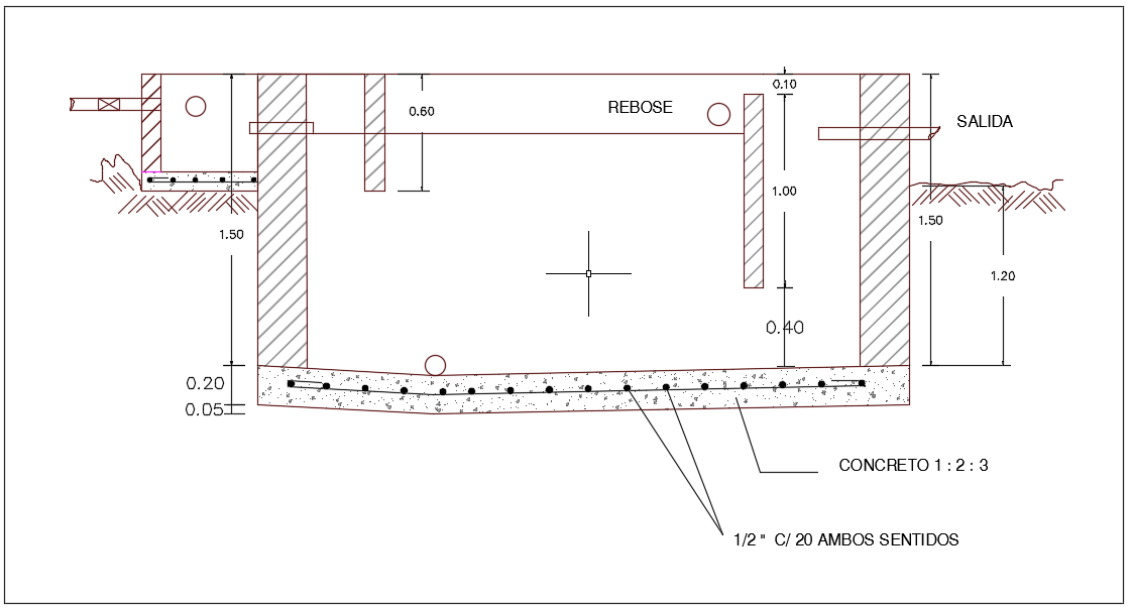
Fuente: Autor 2018

Ilustración 11. Plano de Planta Desarenador



Fuente: Servicio seccional de salud de Cundinamarca
Plano suministrado por la presidenta de JAC

Ilustración 12. Plano de corte B-B' Desarenador



Fuente: Servicio seccional de salud de Cundinamarca
Plano suministrado por la presidenta de JAC

A 25 metros del Desarenador, la tubería que transporta el agua hasta el tanque de almacenamiento, atraviesa un cuerpo de agua vía aérea y podemos evidenciar que esta se encuentra en riesgo de ruptura ya que el crecimiento de los árboles de la zona hace que algunas ramas descansen directamente sobre la tubería generando un esfuerzo adicional a su propio peso.

Ilustración 13. Tubería en riesgo



Fuente: Autor 2018

IV. ALMACENAMIENTO

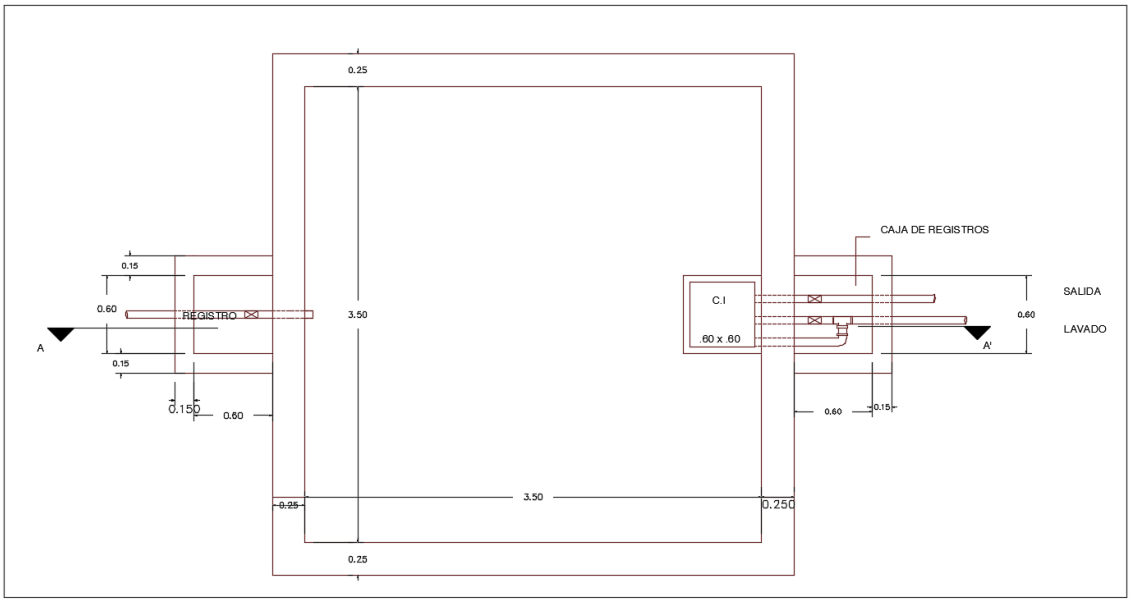
El tanque de almacenamiento se encuentra en las coordenadas Latitud 5°09’18.1”N Longitud 74°14’22.6”W a 50 metros aproximadamente en frente del colegio de la vereda Limoncitos, verificando el estado del tanque no se evidencia alguna fuga o mala conexión, requiere mantenimiento y limpieza ya que al abrir la tapa superior no se encuentra en las mejores condiciones de higiene.

Ilustración 14. Tanque de almacenamiento



Fuente: Autor 2018

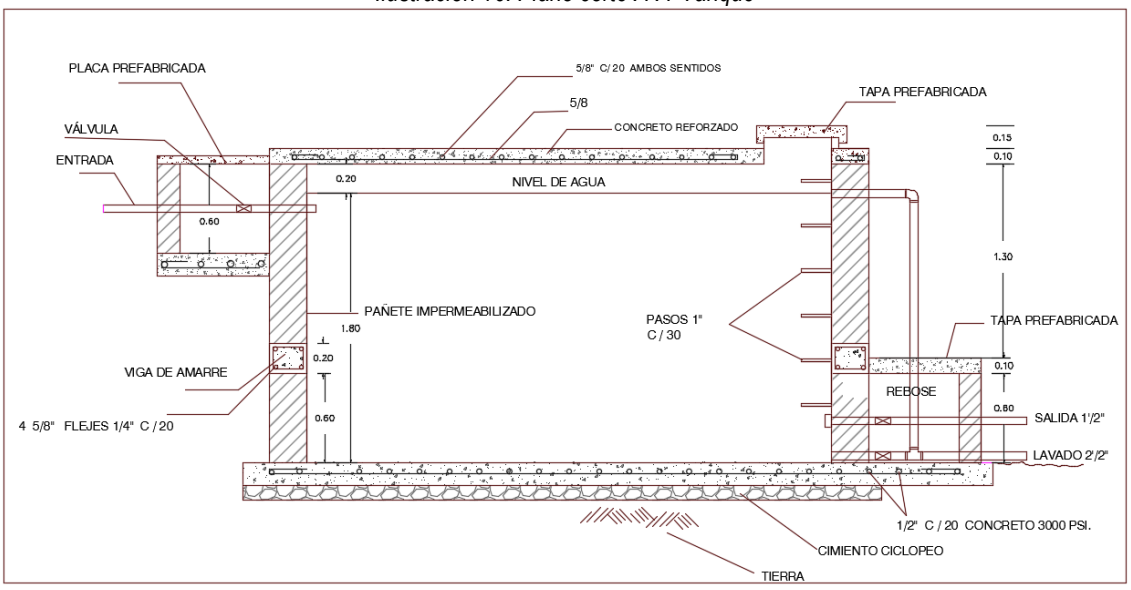
Ilustración 15. Plano Planta Tanque de almacenamiento



Fuente: Servicio Seccional de Salud de Cundinamarca

Plano suministrado por la presidenta de JAC

Ilustración 16. Plano corte A-A' Tanque



Fuente: Servicio seccional de salud de Cundinamarca

Plano suministrado por la presidenta de JAC

Tabla 3. Propiedades tanque de almacenamiento existente

TANQUE	ALTURA	CAPACIDAD (m3)	LATITUD	LONGITUD	MATERIAL	ESTADO
Limoncitos	1745	22,05	5°09’29.4”N	74°15’5.7”W	Concreto	REGULAR

Fuente: Autor 2018

CAPTURA DE INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

Luego de realizar la exploración de reconocimiento de las estructuras existentes, el equipo técnico inició en compañía del fontanero el trabajo de recolección de información topográfica donde el objetivo fue la toma de coordenadas en los puntos relevantes de los tramos de tubería y sus accesorios mediante Waypoints capturados con un GPS navegador portátil, esto con el fin de poder identificar la ubicación geográfica de la tubería y así con trabajo de oficina, representar gráficamente las características geométricas de la tubería mediante herramientas cartográficas generando una base de datos donde se podrá identificar estudiar y analizar la ubicación de cada tramo identificando sus características más significativas para generar un concepto técnico general del sistema y sus componentes. Es de aclarar que hay zonas en las cuales no se evidencia el paso de la tubería y el señor fontanero desconoce el recorrido de la red por lo cual en estos tramos se tomó información de la ubicación aproximada de la tubería según el fontanero con una precisión de 6m aproximadamente en coordenadas.

Tabla 4. Características accesorios

ID	ACCESORIO	COORDENADAS		ESTADO	OBSERVACIONES	FOTO
		LATITUD	LONGITUD			
1	REGISTRO "PURGA"	W 074° 14´ 22.3”	N 05° 09´ 17.4”	Bueno	No tiene estructura de protección, no se identifica su ubicación	

2	VENTOSA Y REGISTRO "PURGA"	W 074° 14´ 27.4”	N 05° 09´22.7”	Bueno	No tiene estructura de protección, no se identifica su ubicación	
3	VENTOSA	W 074° 14´ 29.2”	N 05° 09´ 21.1”	Regular	El accesorio se encuentra dañado por golpe	
4	PURGA	W 074° 14´ 34.4”	N 05° 09´ 20.6”	Regular	No tiene estructura de protección, no se identifica su ubicación	

5	PURGA	W 074° 15´ 07.3”	N 05° 09´ 28.1”	Malo	No tiene estructura de protección, no se identifica su ubicación, se encuentra deshabilitada	
6	VENTOSA	W 074° 14´ 44.1”	N 05° 14´ 23.0”	Bueno	La estructura requiere mantenimiento y limpieza	
7	REGISTRO	W 074° 15´ 05.5”	N 05° 09´ 29.7”	Malo	Llegada al tanque de almacenamiento, el registro no posee la manija de operación	

8	VENTOSA	W 074° 15´ 09.5”	N 05° 09´ 28.1”	Regular	Se encuentra en una zona inestable, no se identifica su ubicación	
9	VENTOSA ARTESANAL	W 074° 15´ 15.7”	N 05° 09´ 28.6”	Regular	Es una Tee “T” Con tapón artesanal hecho en madera	
10	PURGA	W 074° 15´ 18.0”	N 05° 09´ 30.3”	Malo	Requiere mantenimiento y una estructura de protección	

11	TEE "VENTOSA"	W 074° 15´ 22.8"	N 05° 09´ 34.8"	Bueno	Tee que se utiliza para desairar la tubería	
12	VENTOSA	W 074° 16´ 24.3"	N 05° 10´ 35.5"	Regular	No tiene estructura de protección	

Fuente: Autor 2018

La mayoría de los elementos del Acueducto, no cuentan con una estructura de protección, estos se encuentran enterrados, cubiertos con madera u otro material para proteger en gran medida los accesorios ante agentes externos que pueden llegar a causar daño alguno.

7.3. TRABAJO DE OFICINA

Luego de la toma de información topográfica, se procedió al trabajo de oficina donde apoyados de herramientas ofimáticas se organizaron los datos y mediante el uso de programas de computación usados en topografía se llevaron a cabo las siguientes actividades:

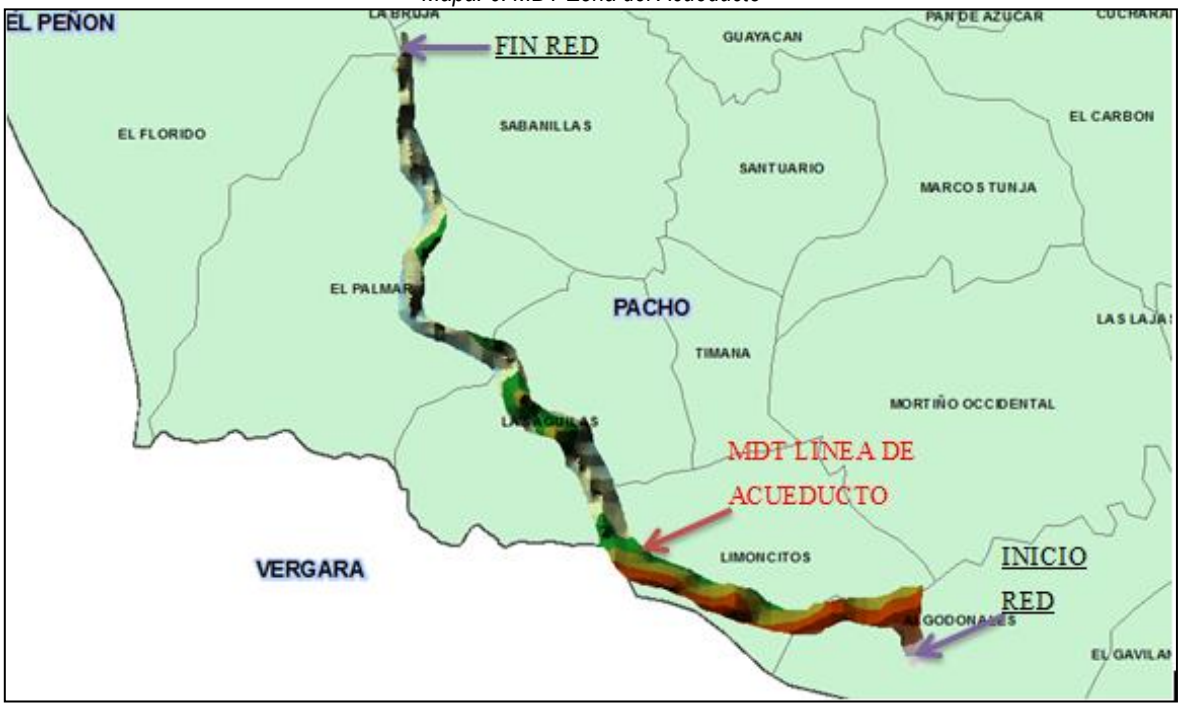
Procedimiento de análisis de la información obtenida, generación de nube puntos mediante el programa Global Mapper.

Se obtuvo un modelo digital de terreno de la zona del proyecto con ayuda de la herramienta Google Earth.

Se realizó un dibujo de la red de acueducto mediante el software Civil Cad3D y con el programa Arc Map se recopiló, organizó y administró la información geográfica obtenida y se generó una geodatabase donde se almacenaron los datasets objetos del proyecto; desde allí también se generaron planos correspondientes a la red del acueducto.

PRODUCTOS GENERADOS

Mapa. 6. MDT Zona del Acueducto



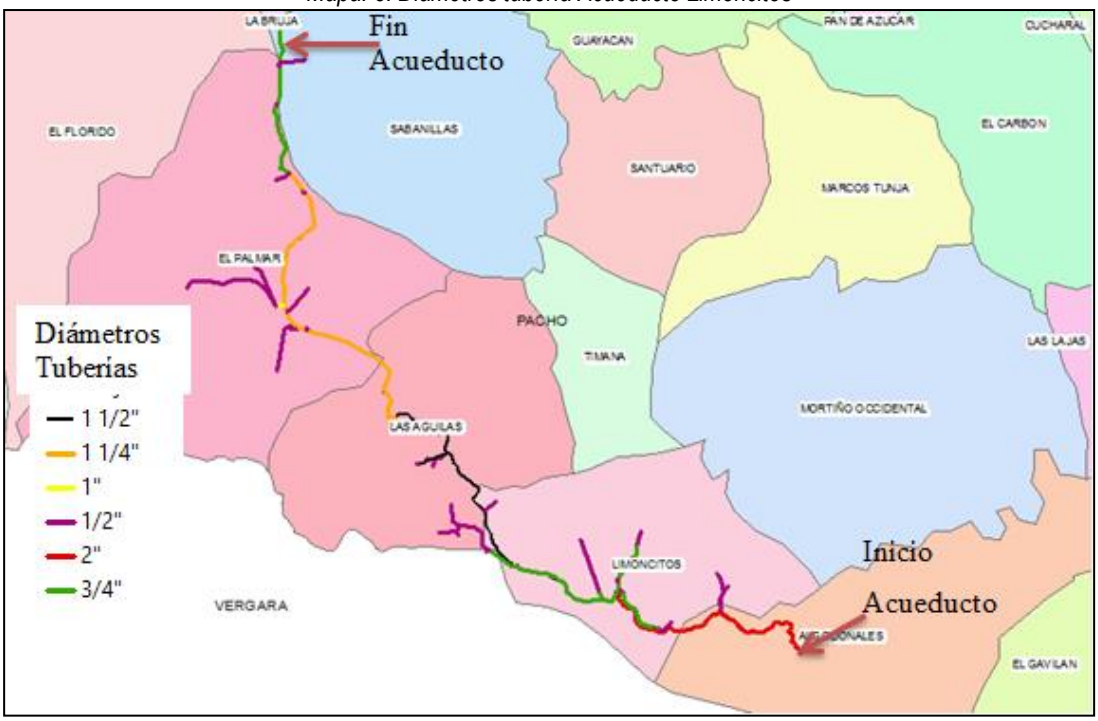
Fuente: Autor 2018

Mapa. 7. Ubicación geográfica del acueducto limoncitos



Fuente: Autor 2018

Mapa. 8. Diámetros tubería Acueducto Limoncitos



Fuente: Autor 2018

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La red Matriz del acueducto tiene una longitud de 8.5 Km y sus distribuciones cuentan con una longitud aproximada de 7 Km donde en su mayoría se encuentra enterrada 0.6m del nivel topográfico, el sistema de acueducto cuenta con 72 suscriptores de los cuales tan solo un 50% de estos cuentan con un medidor, aunque la gran mayoría se encuentran dañados, razón por la cual se estableció una tarifa fija de pago mensual por el servicio; Hay algunos tramos en los cuales la tubería cruza zonas de difícil acceso como pueden ser zonas con terreno inestable, de espesa vegetación, zonas en riesgo por fenómenos de remoción en masa y pasos elevados de la tubería sobre cuerpos de agua con pendientes considerables.

Los sectores por donde se localiza la línea principal del acueducto en su gran mayoría están cubiertos de maleza, rastrojo, enredaderas, etc. que no permiten realizar el recorrido por la red con facilidad ni tener visuales óptimas para una eventual visita de reparación o mantenimiento.

En algunos tramos se presentan fenómenos de remoción en masa, altas pendientes transversales y longitudinales del terreno y poco espesor orgánico cimentado sobre un manto rocoso que no garantiza una estabilidad permanente.

Durante el trabajo de diagnóstico su pudieron identificar además, las siguientes características del sistema:

- En la zona de captación la rejilla se bloquea fácilmente por el material de arrastre que trae la quebrada bloquea con facilidad el paso de agua, requiriendo acciones de limpieza periódicamente, tarea que se dificulta ya que no existe un camino demarcado que permita llegar con facilidad a la zona de la Bocatoma; se requiere una estructura que colecte el material de arrastre de diámetros mayores evitando que estos lleguen a la rejilla y obstaculice el paso libre del flujo.
- La tubería de transporte, se encuentra enterrada en gran parte del trayecto, pero en algunos tramos por donde viaja vía aérea, requiere de estructuras de soporte seguras.
- En las estructuras de desarenación y de almacenamiento se debe realizar un mantenimiento en relación a las conexiones y se requieren labores de limpieza. Es de aclarar que la capacidad del tanque puede llegar a ser insuficiente en temporadas secas y/o de cosecha, cuenta con capacidad de (22m^3). Por lo cual se recomienda la construcción de un tanque alterno que garantice que el volumen útil almacenado, sea suficiente para suministrar agua a la comunidad sin racionamiento alguno.
- Se sugiere generar planes de gestión donde se establezcan medidas de contingencia Frente a la Temporada Seca, con definición de responsabilidades institucionales.

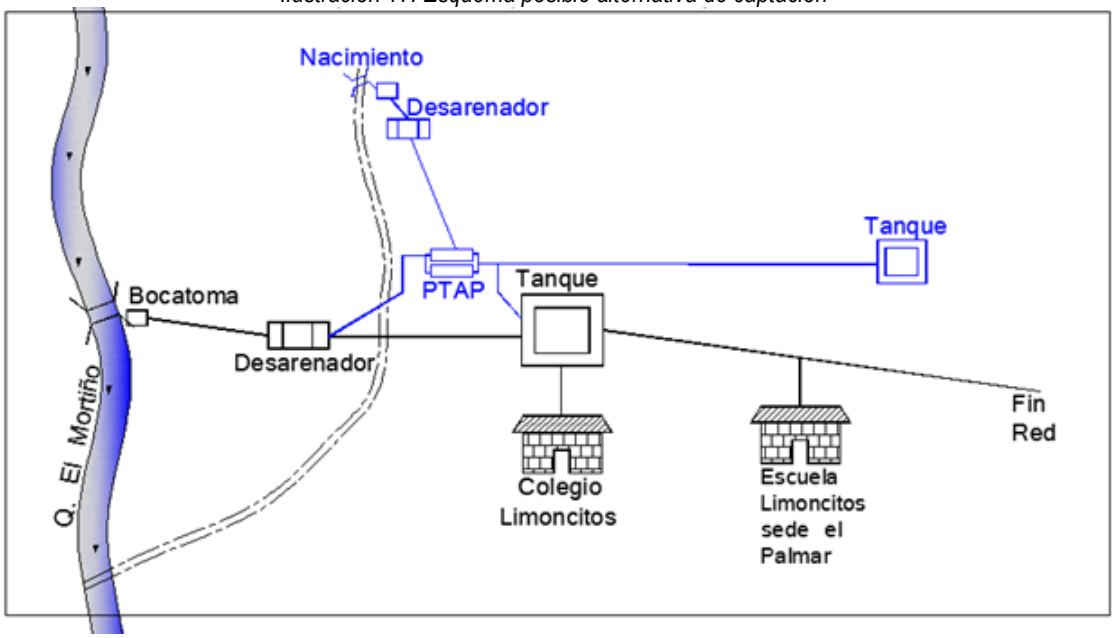
- El fontanero no tiene conocimiento de la ubicación de la tubería en su totalidad ya que esta se encuentra enterrada en su gran mayoría, este es un inconveniente relevante ya que en caso de sufrir algún daño la tubería en alguna de estas zonas, sería casi imposible conocer con exactitud la ubicación del daño.

En razón a los inconvenientes de escases de agua en temporadas secas se propone estudiar la siguiente alternativa de captación de agua y almacenamiento alterno que ayudaría a mitigar este inconveniente.

ALTERNATIVA DE ALMACENAMIENTO

El predio del señor Alonso Bustos, el cual tiene un área de 12 Ha aproximadamente ubicado en las coordenadas Latitud 5°09'16.11"N Longitud 74°14'50"W se encuentra en venta, en este predio nace un cuerpo de agua el cual podría ser una alternativa de captación secundaria para contribuir al mejoramiento de capacidad hidráulica del sistema, requiriendo de unos tanques de almacenamiento que podrían ser ubicados a tan solo 80 metros en una zona despejada y correspondiente al mismo predio.

Ilustración 17. Esquema posible alternativa de captación



(Posible Alternativa de captación con PTAP y red express que pueda contribuir al abastecimiento del de líquido en las zonas más alejadas)

Ilustración 18. Quebrada Alternativa de captación predio de Alonso Bustos



Fuente: Autor 2018

Ilustración 19. Predio de don Alonso Bustos posible zona de ubicación de tanques



Fuente: Autor 2018

9. BIBLIOGRAFIA

- MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000).
- INES RESTREPO T. Lineamientos para la planificación y el diseño de sistemas de uso múltiple del agua – Universidad del valle.
- JORGE ANTONIO ALVAREZ MELO. Apuntes de clase hidráulica.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – DASA (2004). Política Pública de abastecimiento de Agua y Saneamiento Básico para la Zona Rural de Colombia. (Versión Preliminar).
- RICARDO ALFREDO LÓPEZ CUALLA (1995). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados
- JOSÉ IGNACIO GARCÉS (2016). Diagnóstico técnico del acueducto urbano del municipio de quipile Cundinamarca.
- MUNICIPIO DE PACHO CUNDINAMARCA (2000). Plan básico de Ordenamiento territorial