

**DIAGNÒSTICO Y RECOMENDACIONES PARA LA OPTIMIZACION AL
SISTEMA EN EL ACUEDUCTO VEREDAL DE TARQUI FLANDES TOLIMA.**

IVAN ANTONIO RODRIGUEZ REINA

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GIRARDOT, CUNDINAMARCA**

2016

**DIAGNÒSTICO Y RECOMENDACIONES PARA LA OPTIMIZACION AL
SISTEMA EN EL ACUEDUCTO VEREDAL DE TARQUI FLANDES TOLIMA.**

IVAN ANTONIO RODRIGUEZ REINA

**Trabajo Final de pasantía para optar al título de Ingeniero
Ambiental**

Asesor Externo

MAURICIO SANCHEZ

Secretario de Asuntos Agropecuarios y del Medio Ambiente
Administrador del medio ambiente – Universidad de Cundinamarca

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GIRARDOT, CUNDINAMARCA**

2016

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Jurado

Girardot, Cundinamarca 2016

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	4
1.0. RESUMEN EJECUTIVO	10
2.0. INTRODUCCIÓN	11
3.0. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
4.0. JUSTIFICACIÓN	12
5.0. OBJETIVO GERNERAL	13
5.1. objetivos específicos.....	13
6.0. MARCO REFERENCIAL	14
6.1 Marco teórico.....	14
6.1.1. Bombeo.....	14
6.1.2. Cloración.....	14
6.1.3. Coagulación del agua	15
6.1.4. Floculación del agua.....	15
6.1.5. Teoría de la sedimentación del agua	16
6.1.6. La descripción de la filtración.....	18
6.2.0 Marco conceptual.....	22
6.2.1. Bombeo.....	22
6.2.2. Coagulación.....	22
6.2.3. Floculación.....	22
6.2.4. Sedimentación.....	22
6.2.5. Filtración	23
6.2.6. Cloración.....	23
6.2.7. Resolución 2320 del 2009.....	23
6.2.8. Pérdidas.....	24
6.2.9. Demanda	24
6.3.0. Marco Legal.....	26

7.0. RECURSOS FISICOS, TALENTO HUMANO Y METODOLOGIA	27
7.1. UBICACIÓN Y CARACTERISTICAS	27
7.1.1. Delimitación del problema	27
7.2.0.METODOLOGIA	29
7.2.2. Instrumentos.....	30
7.2.3. Variables	30
7.3.0. Desarrollo del proyecto.....	31
7.3.1. Aplicación de la encuesta en la vereda tarqui municipio de Flandes Tolima	33
7.3.2. Determinación del caudal de aforo.....	38
7.3.3. Descripción técnica de la planta compacta	41
7.3.4. Recolección de información de campo relacionado con el acueducto.	43
7.3.5. Análisis de resultados encuestados	47
7.3.6. Determinación de la dosis óptima mediante el test de jarra	47
7.3.7. Verificación volumen del dosificador en húmedo del sulfato de aluminio y cloro	48
7.3.8. DOSIFICACIÓN Y COSTOS DEL SULFATO DE ALUMINIO EXISTENTES EN PLANTA POTABILIZADORA	49
7.3.9. Cálculo de la cantidad de reactivo para dosificar en húmedo.	49
7.3.9.1. Dosificación mensual del sulfato de aluminio después de la realización del test de jarra.	49
7.4.0. CÁLCULOS EN LA DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN EXISTENTE PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL ACUEDUCTO VEREDAL	50
7.5.0. Determinación de las pérdidas de conducción.....	51
7.5.1. Determinación del volumen del tanque aéreo existente del acueducto veredal	52
7.6.0. Cálculos en la determinación de la población proyectada a 26 años para el funcionamiento del acueducto veredal	53
7.7.0. Determinación del déficit del volumen del tanque de almacenamiento del año proyectado.....	55
8.0 ANALISIS DE LOS RESULTADOS	56
9.0. DETERMINACIÓN DEL TRAMO CON TAPONAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN	56
10. PRODUCTOS ESPERADOS Y FORMA DE VERIFICACIÓN.....	58

10.1. CRONO-GRAMA	59
crono-grama y descripción de actividades.....	59
11. CONCLUSIONES	60
12. RECOMENDACIONES.....	61
Bibliografía	62

CONTENIDO DE GRAFICOS

grafico 1. Quien contesta la encuesta (relación usuario)	35
grafico 2. ¿Cómo le parece el servicio que presta el acueducto de agua veredal?	35
grafico 3. ¿el tiempo de respuesta al presentarse un problema en el acueducto es?	36
grafico 4. ¿La actitud del operario de la planta hacia usted es?	36
grafico 5. ¿Considera usted inminente la realización del mejoramiento del acueducto de agua potable?	37
grafico 6. ¿el servicio se adapta a mis necesidades como usuario?	37
grafico 7. ¿Cree usted que el servicio de agua potable es de calidad?	38
grafico 9. Población vereda tarqui.....	43
grafico 10. Personas que cuentan con el servicio, sector Rincon	44
grafico 11. Personas que cuentan con el servicio, sector vallao	44
grafico 12. Personas que cuentan con el servicio, sector carretera	45
grafico 13. Personas que cuentan con el servicio, sector carretera 2	45
grafico 14. Personas que cuentan con el servicio, vereda tarqui	46
grafico 15. Personas que cuentan con aljibe, vereda tarqui	46

CONTENIDO DE CUADROS

cuadro 1. desestabilización y transporte de partículas	15
cuadro 2. modelos de procesos de clarificación por sedimentación	17
cuadro 3. Variables principales en el diseño de filtros	19
cuadro 4. Mecanismo de remoción en un filtro	20

CONTENIDO DE IMÁGENES

imagen 1. Ubicación espacial del municipio de Flandes-tolima . Fuente: Google Maps (Mayo 3, 2016)	27
imagen 2. Ubicación espacial de la vereda tarqui. Fuente: Google Maps (abril 30, 2013).....	29
imagen 3. Ubicación espacial de la vereda tarqui caudal de aforo. Fuente: Google Maps (mayo 3, 2016)	39
imagen 4. cronograma de procesos de purificación del agua del acueducto veredal	41
imagen 5 .modelos de proyecciones.....	53
imagen 6. resultados población proyectada según los modelos	54
imagen 7. Ubicación espacial de la red de distribución taponada. Fuente: google maps (3 mayo del 2016).	56

CONTENIDO DE TABLA

Tabla 1.Dotación neta según el Nivel de Complejidad del Sistema Resolución 2320 del 2009	23
Tabla 2.Coeficiente de consumo máximo diario, k_1 , según el Nivel de Complejidad del Sistema	25
Tabla 3. Coeficiente de consumo máximo horario, k_2 , según el nivel de complejidad del sistema y el tipo de red de distribución.	26
Tabla 4.Resultados de la encuesta de satisfacción sobre el servicio	34
Tabla 5. Población vereda tarqui	43
Tabla 6. Personas que cuentan con el servicio.....	43
Tabla 7. Población beneficiaria del acueducto.....	46
Tabla 8 . Determinación de la dosis optima de coagulante (sulfato de Aluminio) ..	48
Tabla 9. Indicador de cumplimientos de acuerdo a los objetivos específicos de acuerdo a la pasantía	58
Tabla 10.crono-grama de actividades.....	59

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1.filtros de grava, arena y carbón del acueducto veredal	63
Anexo 2.Bandejas de oxidación	63
Anexo 3.Bombas dosificadoras.....	64
Anexo 4.Conducción pozo profundo.	64
Anexo 5.Tubería de conducción taponada.....	65
Anexo 6Toma de encuesta	65
Anexo 7.Prueba de jarras.....	66
Anexo 8.Recolección de información	66
Anexo 9 encuesta de satisfacción	68
Anexo 10.presupuesto de rejillas para las valvulas	70
Anexo 11. Presupuestos pruebas físico-química y microbiológica.....	71
Anexo 12. Presupuesto de instalación red de distribución afectada	72

1.0. RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo tiene como objetivo conocer todo el proceso que se realizó en la pasantía, las cuales se ejecutaron en la población de la vereda Tarqui de Flandes –Tolima, que se desarrolló en un periodo de cuatro meses, en este tiempo se implementaron encuestas, inspecciones y análisis técnico del sistema del acueducto rural, e interacción con la comunidad de dicha vereda.

Además se reflejó el trabajo de campo con cada una de las herramientas teórica – practica como las encuestas, las pruebas de dosificación, y el trabajo de campo (recolección de datos de la población), las cuales dieron partida para que el pasante desempeñara actividades que fundamentara el diagnóstico de dicho acueducto

El objetivo de la pasantía fue colocar los conocimientos adquiridos en el proceso de formación como estudiante para realizar un análisis más conciso y poder establecer un aporte al conocimiento del concepto como: coagulación, floculación, sedimentación, filtración y RAS 2000. Por último se analizó y se especificó, cuales eran la problemática surgida en la población de la vereda y como el desarrollo de todas estas estrategias podían servir para la solución de la problemática encontrado en el acueducto veredal, para formular las acciones que permitan un óptimo servicio del acueducto rural.

2.0. INTRODUCCIÓN

Este trabajo contiene el proceso para la realización de la pasantía denotada “diagnóstico y recomendaciones para la optimización al sistema en el acueducto veredal de tarqui”, cuyo objetivo principal fue crear medidas de diagnóstico y recomendaciones para la optimización al sistema en el acueducto veredal de tarqui en el municipio de Flandes del departamento del Tolima.

El interés de esta pasantía es observar procesos de estudio que permite medir, establecer, evaluar y caracterizar particularidades de las necesidades presentadas del sistema de acueducto y las causas que genera las falencias en el sistema del servicio de suministro de agua potable para beneficio a la comunidad que está directamente relacionada a problemas sanitarios e impactos ambientales relacionados con el vital recurso.

La pasantía comprende aportes relacionados con autores que fundamenta la investigación del acueducto veredal del Flandes- Tolima y un acercamiento al proceso del términos que se relaciona con este trabajo y las diferentes tecnologías que ayudaron a recopilar la información de herramientas computacionales GOOGLE EARTH, que se utilizó para representar los indicadores en condiciones óptimas desde el plano aéreo, y programa de acueductos y alcantarillados AYA para la determinación del cálculos de los habitantes proyectados; llevando al acueducto a unas acciones de mejoramiento, que al momento de su implementación permitirán el funcionamiento sostenible del sistema de acueducto;

Finalmente está pasantía se consolida con una metodología en el fundamento de aspectos sociales, como evaluar el mal uso del acueducto de la vereda tarqui en el suministro del agua potable, recolección de datos con relación a las encuestas con estrategias para la solución del problema que permita mejorar el uso del agua del acueducto en la población de la vereda Tarqui en el municipio de Flandes del departamento del Tolima.

3.0. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo garantizar el suministro continuo de agua potable para la población de la vereda tarqui de Flandes –Tolima?

4.0. JUSTIFICACIÓN

Se considera que la siguiente pasantía es una oportunidad para conocer el diagnóstico y generar las recomendaciones para la optimización del sistema de tratamiento de agua potable de la vereda Tarqui del municipio de Flandes Tolima, a través del reconocimiento de los procesos actuales, de la operación del acueducto, identificar las fallas que ocasionan un mal servicio a la comunidad. Por medio de las capacidades adquiridas de la ingeniería, transferir los conocimientos técnicos que permitan el mejoramiento del sistema de acueducto.

La pasantía es el escenario práctico, en el cual mediante el análisis de los procesos, el uso del conocimiento de la ingeniería, la realización de cálculos, y por medio del análisis de toda la información generar las recomendaciones mas asertivas que conlleven al mejoramiento del acueducto y la disponibilidad de agua permanentemente en la población, lo cual direccionan al mejoramiento de la calidad de vida la disminución de la morbilidad, dado que la disponibilidad de agua potable está ligado, a los factores sociales y políticos de la sociedad, y esto hace tanto más necesario el ajustar las soluciones que se proyecte a las condiciones locales para que ella puedan tener buena posibilidad de éxito”,¹ por esta razón es primordial implementa tecnologías de acuerdo a las condiciones sociales, económicas y ambientales, teniendo como logro mejorar la optimización en el sistema de acueducto.

Otro aspecto importante de la pasantía, es adaptar las recomendaciones que surjan de este estudio a las necesidades económicas, financieras y sociales del acueducto veredal, ya que en el contexto las recomendaciones deben ser de bajo costo y eficientes. “Dado que no es lo mismo proyectar planta de tratamiento para países de población estática o de muy lento crecimiento, como los países industrializados que para países de rápido incremento demográfico que a veces duplica el número de habitantes urbanos de una década a otra y que, por eso, se ve precisado a construir cada cierto tiempo nuevos sistemas de abastecimiento o ampliar los existentes”.²

¹ Arboleda Valencia Jorge. (2000). teoría y práctica de la purificación del agua tomo1: Editorial McGraw-Hill. Colombia. pag.18

² Ibíd., p.17

Partiendo de los estándares mínimos admisibles de calidad de agua de bebida para consumo humano, es necesario generar las recomendaciones que le garanticen a la comunidad las condiciones físico – químicas y bacteriológicas del agua para abastecer a la comunidad con agua potable, dado que por las fallas en los procesos, por periodos de tiempo se distribuye de agua cruda, sin que cumplan con las normas de potabilidad establecidas y a los parámetros para el tratamiento en la purificación del acueducto veredal. En este contexto las recomendaciones que se realicen mejoraran el servicio del acueducto de la vereda tarqui del municipio de Flandes Tolima.

Finalizando los conocimientos técnicos adquiridos en la formación como ingeniero ambiental y su relación con el trabajo de pasantía son importante, ya que las recomendaciones y medidas que se planteen, servirán para mejorar la calidad de vida de la población actual y proyectada y ; en el sentido en que se implementen, se garantizara un suministro continuo de agua potable a todos los usuarios para la utilización en las diferentes actividades de la vida cotidiana.

5.0. OBJETIVO GERNERAL

Plantear medidas y recomendaciones que se deben realizar para garantizar el suministro continuo de agua en el acueducto rural de la vereda tarqui de Flandes Tolima.

5.1. objetivos específicos

- Valorar la dosificación de sulfato de aluminio en el acueducto veredal con el propósito de disminuir el costo de los insumos.
- Calcular el caudal óptimo de la bomba sumergible que a su vez cumplan con la demanda requerida.
- Determinar el volumen óptimo del tanque aéreo para la población proyectada.
- Recolectar información de campo relacionado con el acueducto.

6.0. MARCO REFERENCIAL

6.1 Marco teórico

Para fundamentar esta pasantía se tuvo en cuenta aportes relacionados con la coagulación y la floculación del agua según Jorge arboleda. También los aportes del ingeniero pablo Schiffrin quien habla de la teoría de la sedimentación del agua, Jairo Alberto Romero Rojas quien habla de la descripción de la filtración y para terminar se menciona el reglamento técnico de agua potable y saneamiento básico ras 2000 en subtítulo B sistema de acueducto.

6.1.1. Bombeo

Es importante conocer sobre el manejo que realiza el bombeo de un acueducto como se evidencia en este concepto “La bomba es un dispositivo empleado para elevar el agua u otro líquido, puesto que son herramientas que agrega al flujo y añaden energía a los líquidos, intercambiando energía a través del movimiento de los álabes. Una bomba no desarrolla ninguna energía propia. Simplemente transfiere la fuerza de una fuente de energía, para poner en movimiento un líquido. Se conoce como bomba sumergible al tipo de bomba utilizada para extraer agua de pozo mecánico; la bomba sumergible tiene como característica que se encuentra debajo del nivel del agua dentro del pozo”³ el caudal, el diámetro de la tubería, HP y la profundidad en el que se instaló dicha bomba, todos estos factores contribuye a un bombeo del agua cruda para subastar el acueducto.

6.1.2. Cloración

También en esta pasantía resaltó “La cloración ha desempeñado durante casi un siglo una función crítica al proteger los sistemas de abastecimientos de agua potable de las enfermedades infecciosas transmitida por el agua. Se ha reconocido ampliamente la cloración de agua potable como uno de los avances más significativos de la protección de la salud pública. La filtración y cloración prácticamente han eliminado las enfermedades transmitida por el agua (como el cólera. La tifoidea, la disentería y la hepatitis A) en los países desarrollado. Los desinfectantes basados en cloro son los únicos con las propiedades residuales duraderas que previene un nuevo crecimiento microbiano y puede destruir cultivos de bacterias”⁴; este proceso es vital para el sistema de potabilización del agua ya que su objetivo principal es la destrucción del núcleo de las bacterias responsables

³ Mataxi, Claudio. (2012).guía general para el cálculo, instalación y mantenimiento de bombas hidroneumáticas. Guatemala.pag.1-4

⁴ Citado el 25 de mayo del 2016 disponible en <e-archivo.uc3m.es > bitstream > handle

de genera las enfermedades gastrointestinales que a su vez se transforma en un problema de salubridad en poblaciones determinadas.

6.1.3. Coagulación del agua

Para la valoración del COAGULACION DEL AGUA es un proceso que comienza en el desarrollo del mismo instante que se aplica los coagulantes o reactivos al agua y dura solamente fracciones de segundo consistiendo en una serie de reacciones físicas y químicas entre los coagulantes y las superficie de las partículas. Se debe tener en cuenta las impurezas de dicha variable.” El agua en su forma molecular pura no existe en la naturaleza por cuanto contiene sustancias que puede estar en suspensión o en solución verdadera según el tamaño de disgregación del material que acarea”⁵. En este orden de idea la turbiedad es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos.

6.1.4. Floculación del agua

Por otro lado es “el fenómeno en el cual las partículas ya desestabilizadas choca unas con otras para formar coágulos mayores”⁶. Se refiere a desestabilización de las partículas suspendidas actuando como remoción de las fuerzas que se mantienen separadas, para el rompimiento de estas fuerzas o se establece mediante dos métodos floculación pericinetica como ortocinetica.

Para conocer el proceso de coagulación y floculación del agua se destacan tres mecanismos:

cuadro 1. Desestabilización y transporte de partículas ⁷

1. Desestabilización de las partículas	adsorción – neutralización	
	Puente químico	
	Sobresaturación	
2. Transporte de partículas	Ortocinetica ($>\eta$)	Creado liquido por el gradiente de velocidad
	Pericinetica ($>\eta$)	Por el movimiento browniano
		Por sedimentación

⁵ Ibid., p. 30- 31

⁶ Ibid., p. 30- 31

⁷ Arboleda.op.cit,p31

El primero consiste en la neutralización de la carga “por cambio de la concentración de los iones del coloide y por la absorción de iones que posee una carga opuesta a la de los iones determinante del potencial y que sea capaces de reemplazar a estos en capa de stern”⁸

El segundo fundamenta “la coagulación por puente químico. Si la absorción de contra iones es debido a la fuerza química se establecerá enlaces de hidrógenos, covalentes, iones entre otros”⁹. Eso se refiere a la unión de partículas que por medio de las cadenas poliméricas y moléculas adsorbidas de las partículas coloidales quedando adheridas a puntos fijos de absorción, hasta cambiar la carga de negativo a positivo con lo que se produce su estabilización.

El ultimo mecanismo es la sobresaturación o incorporación “cuando se agrega una concentración de coagulante tan alta, que se excede el límite de solubilidad de este compuesto en el agua”¹⁰. Esto ocasiona la precipitación de los hidróxidos que se reacciona en el agua con loa coagulantes iniciando la producción de una masa esponjosa llamada flor de barrido, esta funciona en su caída atrapando lo coloides y partículas suspendidas.

6.1.5. Teoría de la sedimentación del agua

La teoría de la sedimentación del agua consiste “en realizar la separación de los sólidos más densos que el agua y tiene una velocidad de caída tal que pueda llegar al fondo del tanque sedimentario en un tiempo económico aceptable”¹¹. La sedimentación se tiene que efectuar eficiente para que el proceso continuo de la filtración no tenga obstrucción y tenga la mayor remoción en las partículas más densa.

De igual manera se requiere a varios fenómenos mediante la separación de los sólidos en suspensión en un fluido, todo esto se debe al efecto de la gravedad. Para comprender es necesario tener en cuenta la clarificación de los sedimentos y tipos acompañado de las características de los sólidos de suspensión y la descripción del proceso.

Para explicar detalladamente lo dicho anteriormente es necesario basarnos por los modelos del proceso de clarificación por sedimentación¹²

⁸ Arboleda Valencia, Jorge & Marckrle (2000) teoría y práctica de la purificación del tomo1: Editorial McGraw-Hill. Colombia. pág. 37

⁹ Ibid., p. 38

¹⁰ Ibid.,p. 40

¹¹ Ibid.,p. 199

¹² Arboleda Op.cit;p. 200

Cuadro 2. modelos de procesos de clarificación por sedimentación

clarificación por sedimentación tipo	características de los sólidos en suspensión	descripción del proceso	ejemplos
1	Partículas discretas y aisladas en solución diluidas.	No hay interacción entre las partículas y el resto del fluido.	Movimiento de sedimentación en partículas en desarenadores o presedimentadores.
2	Partículas aglomeradas en soluciones relativamente diluidas.	Las partículas se aglomeran agrupándose en partículas de mayor tamaño.	Sedimentación de floc en decantadores horizontales o de placas.
3	Soluciones de concentración intermedia.	Las partículas interfieren entre si en su descenso manteniendo posiciones estables.	Deposición de lodos en decantadores de flujo ascendente.
4	soluciones de alta concentración.	se forma una estructura entre las partículas que va modificándose lentamente con el tiempo.	Composición de depósitos de lodos.

¹³

Cabe destacar que el tipo 1, los sólidos son mencionado como discretas, las cuales no cambia su densidad, tamaño al descender en el fluido; por otro lado la clarificación 2 dice que las partículas son pensadas como aglomerables, cuando ocurre el descenso se adhiere cambiando de tamaño, peso durante la decantación. En la 3 y 4 se analiza un comportamiento conjunto de los sólidos, debido a que contiene interferencias dando como formación manto de lodo que flota en el líquido.

Ahora bien se especifica “la decantación de partículas aisladas en un fluido de reposo

Sobre una partícula cualquiera en movimiento en un fluido de reposo, actúa las siguientes fuerzas: 1. fuerzas externas 2 empuje y fuerza de rozamiento”¹⁴

¹³ Arboleda Valencia Jorge. (2000). . teoría y práctica de la purificación del agua del tomo1: Editorial McGraw-Hill. Colombia. pág.202

¹⁴ Ibid pág.202

La primera fuerza consiste en la fuerza de inercia superior de separación o también es solo el peso propio, matemáticamente nos podemos referir como la masa de las partículas por aceleración en tal caso siendo la gravedad.

La segunda fuerza es de empuje con relación del principio físico de Arquímedes dice ¹⁵“Un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido en reposo, recibe un empuje de abajo hacia arriba, igual al peso del volumen de fluido que desaloja” que a mayor sea el tamaño de la partícula, mayor es la fuerza de empuje que ejerce.

La última es la fuerza de rozamiento, actúa únicamente cuando las partículas estén en movimiento respecto al fluido. La velocidad de ellas es igual con la única diferencia que el sentido es inverso.

6.1.6. La descripción de la filtración

Arboleda Jorge menciona que la descripción de la filtración ¹⁶“Generalmente se piensa que los filtros son una especie de tamiz o microcriba que atrapa el material suspendido entre los granos del medio filtrante. Sin embargo el menciona ¹⁷“acción de colar, cribar o tamizar el agua es la menos importante en el proceso de filtración, puesto que la mayor parte de las partículas suspendidas puede pasar fácilmente a través de los espacios existentes entre los granos del medio filtrante”. De lo citado anteriormente se puede fundamentar que la filtración retiene y remueve el material suspendido con acciones físicas, químicas y biológicas ocurriendo con mayor o menor intensidad en el filtro.

Como lo afirma Tchobanologos ¹⁸“resumen los mecanismos de remoción de partículas en las variables principales en el diseño de filtro” como el autor menciona en sus cuadros el 1. son variables principales en el diseño del filtro y en el cuadro 2 mecanismos de remoción de un filtro. Teniendo en cuenta los anteriores cuadros concluye que se debe analizar las variables para el estudio del diseño de los filtros.

¹⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/principio_de_arquimedes

¹⁶ Romero Rojas Jairo Alberto. (2006) purificación de agua. 2 ed. Editorial escuela colombiana de ingeniería. Colombia. pág.213

¹⁷ Ibid., p.213

¹⁸ Ibid., p. 214- 215

cuadro 3. Variables principales en el diseño de filtros

variable	significado
1. Características del medio filtrante	Afecta la eficiencia de remoción de partículas y el incremento de la carga
a) Tamaño del grano	
b) Distribución granulométrica	
b) Forma, densidad y composición del grano	
c) Carga del medio	
2. Porosidad lecho filtrante	Determina la cantidad de solidos que pueden almacenar en el filtro.
3. Profundidad del lecho filtrante	Afecta la perdida de carga
4. Tasa de filtración	Determina el area requerida y la de la carga. Afecta la cantidad del efluente
5. Perdida de carga disponible	Variable del diseño
6. Características del afluente	Afecta las características del filtro
a) Concentración de solidos suspendidos	
b) Tamaño y distribución del floc	
c) Resistencia del floc	

cuadro 4. Mecanismo de remoción en un filtro

Mecanismo	descripción
1. cribado a) mecánico b) oportunidad de contacto	partículas mas grandes que los poros del medio son retenidos mecánicamente . partículas mas pequeñas que los poros del medio son retenidas por oportunidad de contacto
2. sedimentación	las partículas se sedimenta sobre el medio filtrante. Dentro de filtro
3. impacto inercial	las partículas pesadas no siguen las líneas de corriente
4. interceptación	muchas partículas que se mueven alo largo de una línea de corriente son removidas cuando entran en contacto con la superficie del medio filtrante
5. adhesión	las partículas floculentas se adhieren a la superficie del medio filtrante. Debido a la fuerza de arrastre del agua. Algunas son arrastradas antes de adherirse fuertemente y empujadas mas profundamente dentro del filtro. A medida que el lecho se tapon, la fuerza cortante superficial aumenta hasta un límite para el cual no hay remoción adicional. algún material se fugara a través del fondo del filtro. A medida que el lecho se tapon, la fuerza cortante superior aumenta hasta un límite para el cual no hay remoción adicional
6. adsorción química a) enlace b) interacción química	una vez que una partícula ha entrado en contacto con la superficie del medio filtrante o con potras partículas, la adsorción física, química permite su retención sobre dichas superficies
7. adsorción física a) fuerzas electroestáticas b) fuerzas electrocinéticas c) fuerzas de vander waals	
8. floculación	partículas mas grande capturan partículas más pequeñas y forman partículas aun más grandes
9. crecimiento biológico	reduce el volumen del poro y puede promover la remoción de partículas

En el acueducto veredal de tarqui, para cumplir con este objetivo se debe tener claro el reglamento técnico de agua potable y saneamiento básico (RAS) 2000 en subtítulo B.

Con relación al RAS 2000 se puede decir que su propósito es fijar “los criterios básicos y requisitos mínimos que deben reunir los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de

los sistemas de acueducto que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado.

Teniendo como parámetros el cálculo de la población, la dotación y demanda, las fuentes de abastecimiento, las captaciones de agua superficial y profunda, las aducciones y conducciones, las redes de distribución, las estaciones de bombeo y los tanques de compensación que forman parte de los sistemas de acueducto. Es así como se puede definir características como

Caudal de diseño Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

Caudal específico de distribución Caudal de distribución medio que se presenta o se estima en un área específica y definido en términos de caudal por unidad de área o caudal por unidad de longitud de tubería de distribución instalada o proyectada en el área de diseño.

Caudal máximo diario Consumo máximo durante veinticuatro horas, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

Período de diseño Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su(s) capacidad(es) permite(n) atender la demanda proyectada para este tiempo.

Red de distribución Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo”.¹⁹

Cuando analizamos el ras 2000 como herramienta básica para la solución de cálculos y estadística en el diseño óptimo de acueductos y redes de distribución; para la elaboración de la presente pasantía fue necesario basarnos en los cálculos como diseño del caudal, medio máximo, también recolectamos información como base en la dotación neta según el nivel de complejidad del sistema; en este caso tomamos la variable bajo nivel de complejidad partiendo de allí para la solución de los diferentes cálculos pertinentes

¹⁹ Colombia Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico; Bogotá D.C., noviembre de 2.000 pág. 22-23

6.2.0 Marco conceptual

En el presente apartado enuncian los conceptos básicos que orientan el desarrollo de la pasantía como: Bombeo, coagulación, floculación, sedimentación, filtración, cloración y RAS 2000,.

6.2.1. Bombeo

“La bomba es un dispositivo empleado para elevar el agua u otro líquido, puesto que son herramientas que agrega al flujo y añaden energía a los líquidos, intercambiando energía a través del movimiento de los álabes.

Una bomba no desarrolla ninguna energía propia. Simplemente transfiere la fuerza de una fuente de energía, para poner en movimiento un líquido. Se conoce como bomba sumergible al tipo de bomba utilizada para extraer agua de pozo mecánicos; la bomba sumergible tiene como característica que se encuentra debajo del nivel del agua dentro del pozo”.²⁰

6.2.2. Coagulación

“serie de reacciones físicas y químicas entre los coagulantes, que se agrega al agua y dura solamente fracciones de segundos, la superficie de las partículas, la alcalinidad del agua y el agua misma”²¹.

6.2.3. Floculación

“Es un proceso químico mediante la cual, con la adición de sustancias floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presente en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado”²²

6.2.4. Sedimentación

“se designa por sedimentación la operación por la cual se remueve las partículas sólidas de una suspensión mediante la fuerza de gravedad; en algunos casos, se denominada clarificación o espaciamiento”²³.posee dos tipos de sedimentación: sedimentación tipo 1” se refiere a la remoción de partícula discretas no floculante en una suspensión diluida. En estas condiciones se dice que la sedimentación es no interferida y es función solamente de las propiedades del fluido y de las características de la partícula. Es el tipo de sedimentación que ocurre con partículas de características floculentas mínimas en suspensiones diluidas, como

²⁰ Mataxi, Claudio. (2012).guía general para el cálculo, instalación y mantenimiento de bombas hidroneumáticas. Guatemala.pag.1-4

²¹Arboleda Valencia Jorge. (2000). teoría y práctica de la purificación del agua del tomo1: Editorial McGraw-Hill. Colombia.pág. 31

²² Cuesta, Gerardo, Elizalde & ingeniera Lidia de Vargas, floculación capítulo 6 [en línea] <[http:// www. cepis.ops-oms.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manual/tomol/seis](http://www.cepis.ops-oms.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manual/tomol/seis)[citado en 2 de mayo de 2015]

²³ Romero Rojas Jairo Alberto. (2006). purificación de agua.2 ed. Colombia: Editorial escuela colombiana de ingeniería. Colombia. pág. 141

sería el caso de sedimentación de materias pesado inertes”²⁴. Sedimentación tipo 2 “se refiere a la sedimentación de suspensiones diluidas de partículas floculentas de la suspensión junto con las características de asentamiento de las partículas.”²⁵

6.2.5. Filtración

“Consiste en la remoción de partículas suspendidas coloidales presente en una suspensión acuosa que escurre a través de un medio poroso. En general, la filtración es la operación fin la de clarificación que se realiza en una planta de tratamiento de agua y, por consiguiente, es la responsable principal de la producción de agua de calidad coincidente con los estándares de potabilidad”²⁶.

6.2.6. Cloración

“La cloración ha desempeñado durante casi un siglo una función crítica al proteger los sistemas de abastecimientos de agua potable de las enfermedades infecciosas transmitida por el agua. Se ha reconocido ampliamente la cloración de agua potable como uno de los avances más significativos de la protección de la salud pública. La filtración y cloración prácticamente han eliminado las enfermedades transmitida por el agua (como el cólera. La tifoidea, la disentería y la hepatitis A) en los países desarrollado. Los desinfectantes basados en cloro son los únicos con las propiedades residuales duraderas que previene un nuevo crecimiento microbiano y puede destruir cultivos de bacterias”²⁷

6.2.7. Resolución 2320 del 2009

Tabla 1. Dotación neta según el Nivel de Complejidad del Sistema. Resolución 2320 del 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

²⁴ Ibid., p. 142

²⁵ Ibid., p. 143

²⁶ Romero Rojas Jairo Alberto & Maldonado yactayo Víctor.(2006). purificación de agua.2 ed. Colombia: Editorial escuela colombiana de ingeniería. Colombia. pág.83

²⁷ Citado el 25 de mayo del 2016 disponible en <e-archivo.uc3m.es > bitstream > handle

6.2.8. Pérdidas

6.2.8.1. Pérdidas en la aducción (agua cruda)

Debe establecerse un nivel de pérdidas en la aducción antes de llegar a la planta de tratamiento. El nivel de pérdidas en la aducción debe ser inferior al 5%.

6.2.8.2. Pérdidas en la conducción (agua tratada)

Debe establecerse el nivel de pérdidas en la conducción expresa después de la planta de tratamiento y antes del comienzo de la red de distribución. Esta cantidad debe ser un porcentaje del caudal medio diario, el cual debe ser inferior al 5%.

6.2.9. Demanda

6.2.9.1 Caudal medio diario

El caudal medio diario, Q_{md} , es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año y puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = \frac{p * d_{bruta}}{86400}$$

Donde :

P = población

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p}$$

$$86400 = 3600 \text{ s} = 1 \text{ hora} * 24 \text{ horas} = 1 \text{ dias}$$

6.2.9.2. Caudal máximo diario

El caudal máximo diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año. Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario, k_1 . (tabla 2)

El caudal máximo diario se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$QMD = Q_{md} k_1 \text{ (tabla 2)}$$

6.2.9.3. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario, k_2 , (tabla 3) según la siguiente ecuación

$$QMH = QMD \cdot k_2 \quad (\text{tabla 3})$$

6.2.9.4. Coeficiente de consumo máximo diario - k_1

El coeficiente de consumo máximo diario, k_1 , se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, utilizando los datos registrados en un período mínimo de un año.

En caso de sistemas nuevos, el coeficiente de consumo máximo diario, k_1 , depende del nivel de complejidad del sistema como se establece en la tabla 2

Tabla 2. Coeficiente de consumo máximo diario, k_1 , según el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de consumo máximo diario - k_1
Bajo	1.30
Medio	1.30
Medio alto	1.20
Alto	1.20

Tabla 3. Coeficiente de consumo máximo horario, k_2 , según el nivel de complejidad del sistema y el tipo de red de distribución.

Nivel de complejidad del sistema	Red menor de distribución	Red secundaria	Red matriz
Bajo	1,60	-	-
Medio	1,60	1,50	-
Medio alto	1,50	1,45	1,40
alto	1,50	1,45	1,40

6.3.0. Marco Legal

- Constitución política de 1991:
- Decreto 475 de 1998 : Por el cual se expide normas técnicas calidad del agua potable²⁸
- Resolución 0811 del 2008 : por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución²⁹.
- Decreto – Ley 2811 de 1974: Código Nacional de los Recursos Naturales. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente³⁰.
- Ley 142 de 1994: Por el cual establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios³¹.
- Documento RAS 2000: Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico³².
- Decreto 1594 de 1984: Por el cual se reglamenta los usos del agua y residuos líquidos³³.
- Decreto 1575 de 2007: Por el cual establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano³⁴.

²⁸ CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA Decreto 475 de 1998

²⁹ CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA Resolución 0811 de 2008

³⁰ CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto – Ley 2811 de 1974.

³¹ CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Ley 142 de 1994.

³² MINISTERIO DE DESARROLLO. (2000) Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico.

³³ CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 1594 de 1984.

³⁴ CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Decreto 1575 del 2007.

7.0. RECURSOS FISICOS, TALENTO HUMANO Y METODOLOGIA

7.1. UBICACIÓN Y CARACTERISTICAS

7.1.1. Delimitación del problema

El territorio de Flandes se encuentra en la “Depresión Interandina del río Magdalena, unidad fisiográfica conocida como Valle del Magdalena, enmarcada entre las estribaciones de las Cordilleras Oriental al este y Central al oeste. Particularmente, el área municipal se encuentra en la cuenca alta del mencionado Valle del Magdalena, específicamente en la subcuenta de Girardot.

Otro características del municipio de Flandes es que sólo tienen influencia directa de las estaciones hidrometeorológicas Aeropuerto Santiago Vila, y la estación Nataima, su caracterización climatológica clasifica un tipo de clima Cálido Semiárido³⁵.

Conociendo los aspectos que conforma al municipio de Flandes, se describió el territorio veredal, en la cual se realizó la pasantía, pero debido a la poca información encontrada sobre el acueducto veredal de tarqui, se hizo el levantamiento de la información en campo con la comunidad, donde contaron un breve resumen de la historia y la inauguración del acueducto.

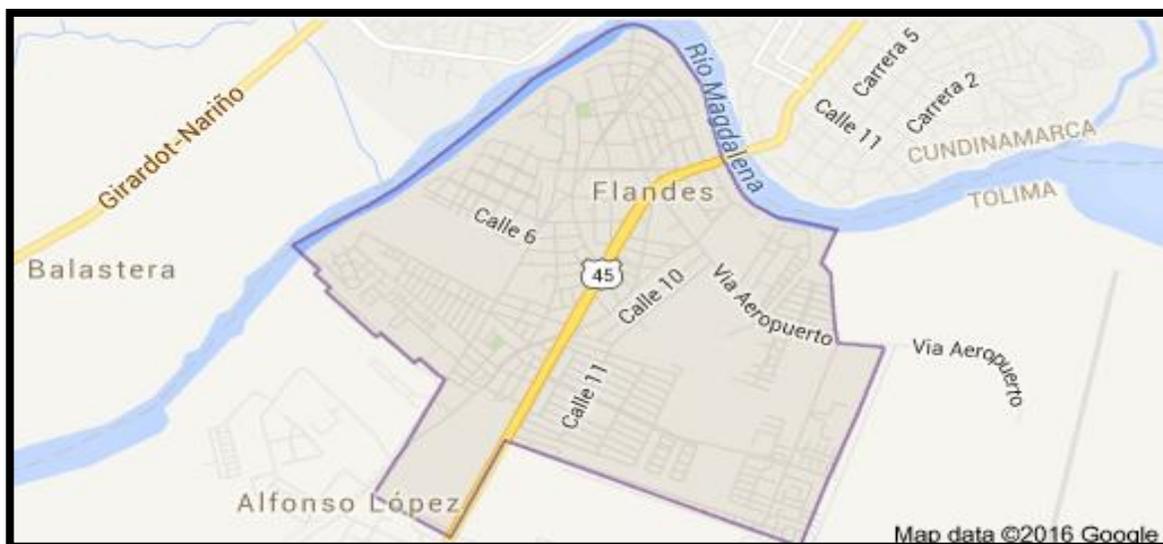
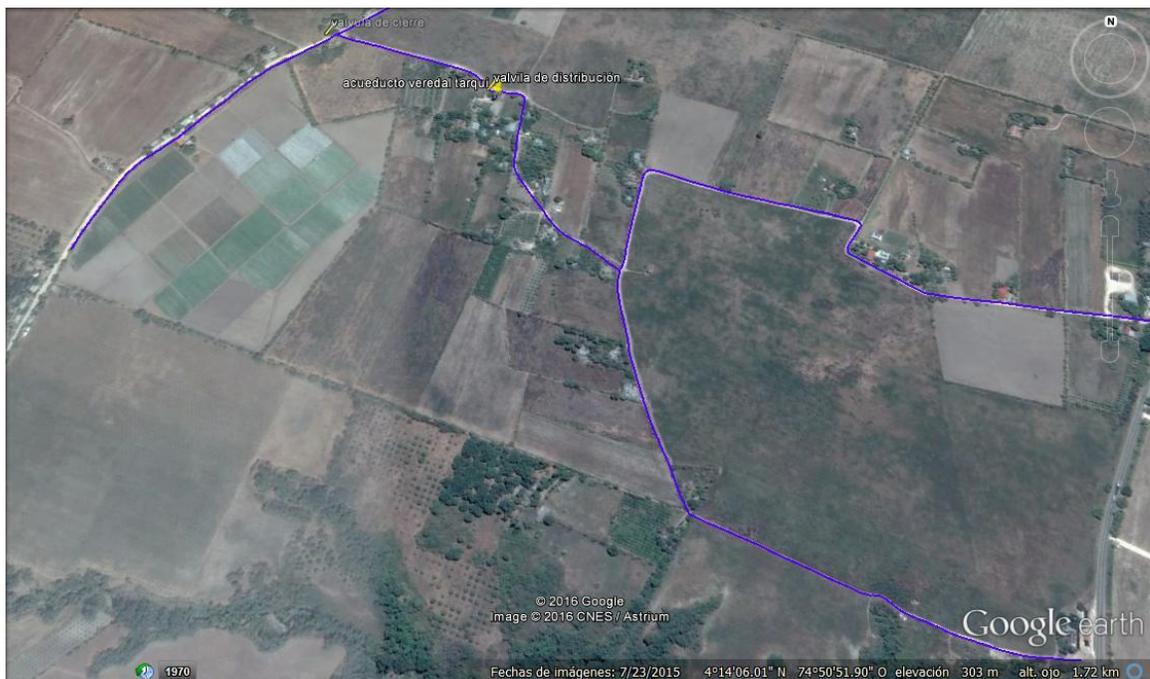


imagen 1. Ubicación espacial del municipio de Flandes-tolima . Fuente: Google Maps (Mayo 3, 2016)

³⁵ Municipio de Flandes Tolima www.flandes-tolima.gov.co (citado 1 de junio del 2016)

Fue inaugurado en mayo de 1992 en el mandato de GERMAN ARIAS CORTES , alcalde popular del municipio de Flandes , el acueducto veredal comenzó constituido con un pozo profundo , un tanque aéreo y una red de distribución de tres pulgadas que en la actualidad es la misma que tiene la mejorada planta de tratamiento; Le suministraba el servicio a 156 usuarios que en la época era la totalidad de las personas de la vereda y parte de la vereda continua de camala, ya que era la pionera planta de tratamiento que existía. Su tratamiento era muy sencillo contaban con una bomba sumergible que estaba a 65 metros de profundidad y el pozo profundo se ubicaba en otro lado en comparación al pozo existente. Bombeaban al tanque aéreo con una altura de 15.44 metros y posterior por gravedad a la red de distribución. El servicio que se le suministraba a la comunidad era continuo pero no contaban con los debidos procesos en la purificación del agua según lo citado por la ley. Debido a la composición física del suelo (textura y estructura) de “la vereda tarqui tiene una textura franco limosa”³⁶ tendiendo a derrumbes o erosiones en el interior del pozo causando acumulación de este material en el tanque aéreo, en la red de distribución y la falta de mantenimiento hace el proceso deficiente y poco sostenible. Desde la fecha de inauguración hasta el presente no se le ha practicado mantenimiento periódico a la red de distribución ni al tanque aéreo.



³⁶ Proyecto plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica mayor del rio cuello convenio cortolima-corpoica – Sena – unit.tolima [en línea]
<https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_prado/diagnostico/f25.pdf>[citado en 3de mayo de 2015]

imagen 2. Ubicación espacial de la vereda tarqui. Fuente: Google Maps (abril 30, 2013)

Otro aspecto relacionado al acueducto de tarqui era administrado por la junta de acción comunal de la vereda y eran los encargados del manejo de las facturas de pago a la empresa prestadora de energía que en la época atrás si le generaban algún cobro por el servicio. Ahora la gobernación del Tolima es la encargada de la facturación del servicio.

7.2.0.METODOLOGIA

Esta pasantía se enfatizó en la investigación descriptiva porque menciona y trabaja una realidad de hecho y la característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta.

Las fases en las que se desarrolló la siguiente pasantía se describe a continuación :

fase 1

- Búsqueda de información del municipio
- Recolección de datos sobre el acueducto veredal

Fase 2

- Observación en el área de influencia directa
- Se realizó el formato de la encuesta conformado por 8 preguntas
- Realización de encuestas de satisfacción a la población involucrada (13 encuestados)
- se realizó en cada sector tres encuestas de satisfacción
- se realizó un caudal de aforo en cada sector de la vereda tarqui.
- Se realizó la toma de medidas datos y cálculos de todo el sistema de acueducto.

Fase 3

- se realizó otra encuesta a los usuarios relacionados con el acueducto veredal de tarqui tales: población, números de aljibe, tanques de almacenamiento, diámetro de la tubería interna y el uso del acueducto.
- Aplicación de la encuesta en la vereda de tarqui.

Fase 4

- Realización del test de jarras con sulfato de aluminio y sulfato férrico de la planta de tratamiento del acueducto de tarqui
- Realización de cálculos para un escenario de suministro continuo
- Realización de cálculos de pérdida en la conducción.
- determinación del déficit del volumen del tanque de almacenamiento del año presente y año proyectado.

Fase 5

- Medidas y recomendaciones para un suministro continuo.
- Determinación del tramo con taponamiento en la red de distribución.

7.2.2. Instrumentos

En el desarrollo del estudio, se realizó en diferentes fases con el propósito de determinar un análisis cuantitativo de los datos obtenidos, para poder concluir esta pasantía. Los instrumentos empleados en la pasantía que fueron la herramienta primordial para el desarrollo. Se menciona a continuación:

- Programa AYA (Acueductos y alcantarillado)
- Google earth
- Microsoft Excel
- Equipo para test de jarra
- Instrumento “metro”
- Formato de encuesta (satisfacción, información de campo).

7.2.3. Variables

La vereda de tarqui se encuentra organizada en los sectores del vallao, sector del Rincón, sector de la carretera y sector de la carretera 2. El cual se realizó otra encuesta de tipo censo para el levantamiento de los datos poblacionales y estadísticos identificando los usuarios que se benefician directamente del acueducto y los que NO posee ningún tipo de beneficio; también se tiene en cuenta otras variables como: tanque de almacenamiento, número de llaves, número de aljibes y el número de personas por usuarios, arrojándonos la población actual que tiene la vereda, estos datos se actualizaron en el

levantamiento de información de campo con el fin de tener una información precisa para el desarrollo de la pasantía .

7.3.0. Desarrollo del proyecto

Recopilación de información general: En términos generales la recopilación de la información se basó en la recolección de datos concernientes al municipio tales como temperatura, ubicación geográfica, esta información se apoyó en fuentes de carácter documental es decir documentos relacionados con el tema; también se realiza un levantamiento de información en campo en las cuales se consigue hallar información que el acueducto desconocía como: suscriptores al servicio, población total y atrasos. Toda esta recopilación ayuda a fortalecer el punto de partida para la pasantía.

Recopilación de información para la determinación de la encuesta: En la realización de la pasantía se presentó la necesidad de diseñar una encuesta de satisfacción del funcionamiento del acueducto veredal de tarqui. En este caso se desea llevar una investigación de campo en los cuatro sectores en que se divide la vereda, con la finalidad de cuantificar a la población si presentan confiabilidad sobre el servicio que ofrece el sistema de purificación de agua potable que posee la vereda tarqui.

en este caso se decidió como método de recolección de datos la implementación de una encuesta de métodos por muestreo para el diseño de esta encuesta, se tuvo en cuenta tres tipos de medidas. Que se describen a continuación:

a. Decisiones previas al muestreo

La decisión previa al muestreo tiene que ver con los siguientes elementos.

- Objeto de estudio: Fundamentalmente establecer cuáles son las preguntas de investigación.
- Variabilidad: Establecer definiciones nominales y operacionales de los conceptos.
- Población: Definir cuáles son los elementos que componen la población de las que se realizaran inferencias.
- Marco muestral: Disponer el material con que figuran las unidades muestrales que permita su selección.

- Instrumento de medida: Ámbito de construcción de índices y escalas reacción de la hipótesis en términos de pregunta según el formato de encuesta.
- Recogida de la información: Las alternativas a este respecto son entrevista personal, postal o telefónica. El registro de los datos puede ser con lápiz o computador.
- Plan de análisis: Establecer los procedimientos de procesamientos estadísticos de la información.

b. Decisiones propias del muestreo

En el momento del muestreo se caracteriza por decisiones técnicas. Entre las cuales cabe resaltar las siguientes:

- Procedimientos de selección de elementos: Se trata de elegir entre las opciones de muestreo probabilísticos y no probabilísticos.
- Tamaño de la muestra: Básicamente se trata de aplicar la formula correspondiente según el procedimiento de selección elegido.
- Nivel de confianza y probabilidad de error: Se trata de tomar decisiones respecto a la precisión de las estimaciones.
- Probabilidad de selección de unidades de muestreo: Establecer si todas las probabilidades tienen la misma probabilidad de ser elegidas o probabilidades distintas de selección.

c. Decisiones posteriores al muestreo

El momento del muestreo contempla materias del siguiente orden.

- Codificación y digitación: Principalmente cerrar preguntas abiertas y generar base de datos.
- Depuración de la base de datos: Básicamente evaluar la calidad de los datos investigando errores de rango y consistencia.

7.3.1. Aplicación de la encuesta en la vereda tarqui municipio de Flandes Tolima

Calculo de la muestra: A continuación se presenta el procedimiento mediante el cual se determinó el tamaño de la muestra para la aplicación de la encuesta en la vereda, es necesario para que el error sea lo menos posible.

La meta del muestreo es saber cuál es el número mínimo de unidades de análisis (para el caso de unidades es el número de usuarios del acueducto), que se necesitan para conformar una muestra que asegure un error estándar de (5%) (fijado por el pasante), dado que la población N es de 98 predios

Para determinar el tamaño muestra es necesario con un error máximo permisible prefijado y conocida la varianza poblacional podemos utilizar la siguiente formula³⁷

Según:

$$n = \frac{NZ^2PQ}{NE^2 + Z^2PQ} \leftarrow \text{Tamaño de la muestra}$$

$$N = 98 \text{ Tamaño población}$$

$$P = 0,5 \text{ valor de } p$$

$$Q = 0,5 (1-P)$$

$$E = 5 \% \text{ margen de error}$$

$$Z = 95,00\% = 1,96$$

$$Z^2 = (1,96)^2 = 3,8416$$

$$E^2 = 0,0025$$

$$n = \frac{98 * 3,8416 * 0,5 * 0,5}{98 * 0,0025 + 3,8416 * 0,5 * 0,5} = 78 \text{ predios encuestados}$$

Es decir para realizar la pasantia se necesita una muestra de 78 predios, cada predio contiene 5 habitantes y la población total es de 492 habitantes , esto equivale que por cada 6,3 habitantes se realizó una encuesta de satisfacción.

³⁷ VIVIANCO, Manuel.(2005). Muestreo estadístico diseño y aplicaciones. Editorial, universitaria,.P.28.

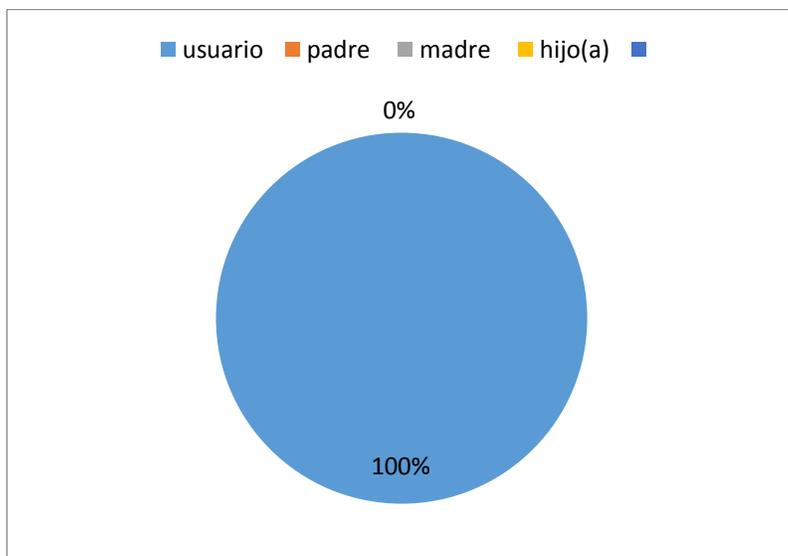
Aplicación de la encuesta: sabiendo el total de encuestas necesarias del muestreo con un error del 5% es de 78 predios, se procedió aplicación de la encuesta en la vereda de tarqui . la encuesta se realizo de la siguiente manera:

- Se realizó la encuesta por los cuatro sectores, por sector se encuestan de 19 usuarios y un sector de cuatro encuesta. (anexo 9)
- La encuesta se realizó en horas de la mañana y se terminó hasta la 4 pm debido a las distancias presente entre cada usuario.

Tabla 4.Resultados de la encuesta de satisfacción sobre el servicio

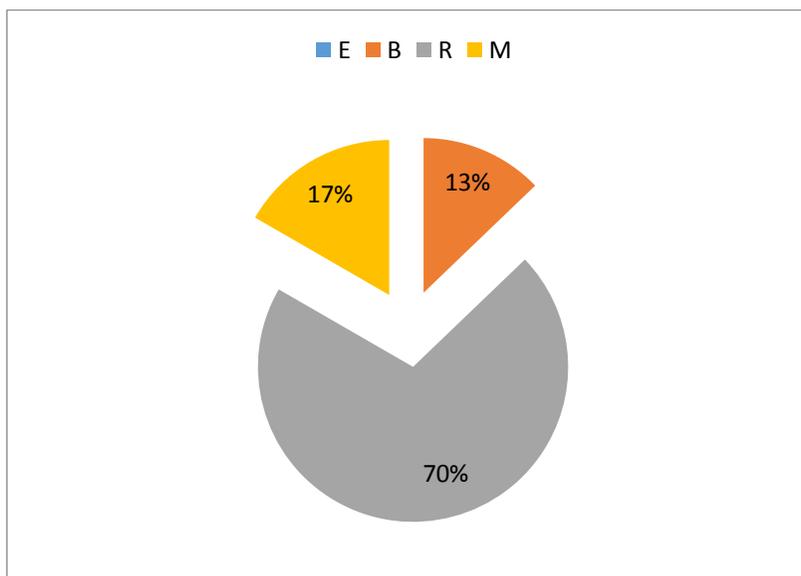
AFIRMACIÓN	usuario	padre	madre	hijo(a)
Quien contesta la encuesta (relacion usuario)	78			
AFIRMACIÓN	E	B	R	M
¿Cómo le parece el servicio que presta el acueducto de agua veredal?		10	55	13
¿el tiempo de respuesta al presentarse un problema en el acueducto es?		23	48	7
¿La actitud del operario de la planta hacia usted es?		27	33	18
AFIRMACIÓN		SI	NO	
¿Considera usted inminente la realización del mejoramiento del acueducto de agua potable?		70	8	
¿El servicio se adapta perfectamente a mis necesidades como usuario?		22	56	
¿Cree usted que el servicio de agua potable es de calidad?		35	43	

Grafico 1. Quien contesta la encuesta (relación usuario)



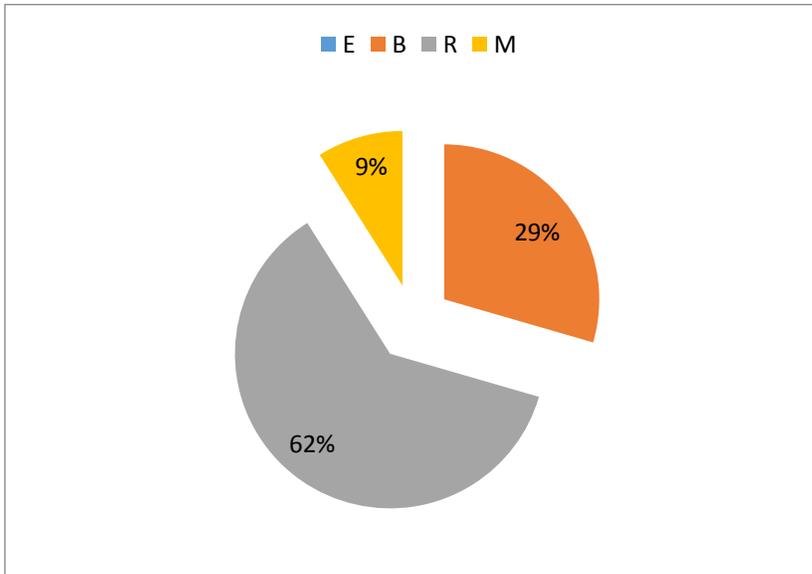
El 100% de la población encuestada, fueron las personas que registran en los libros de usuarios del acueducto de agua potable.

grafico 2. ¿Cómo le parece el servicio que presta el acueducto de agua veredal?



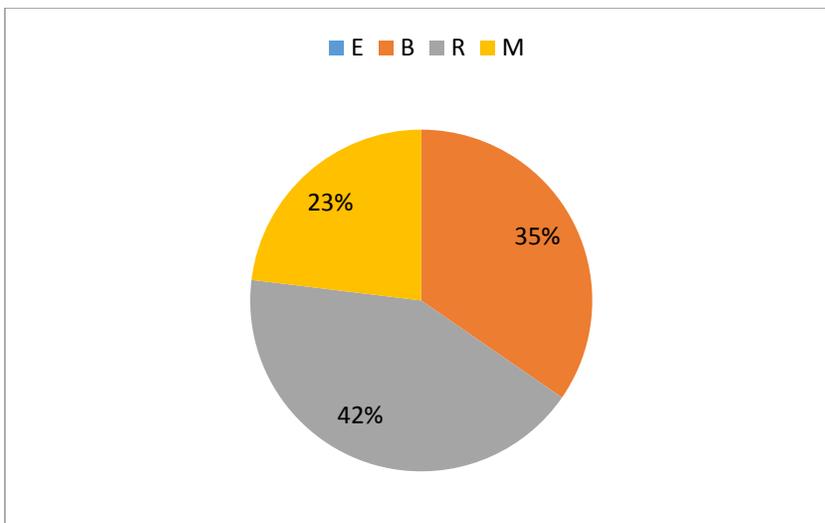
El 17% de la población cree que el servicio de agua es de mala calidad para el consumo de los habitantes acompañado de un 70% que contesta que es regular y solamente un 13% dicen que el servicio de agua potable es de buena calidad.

grafico 3. ¿el tiempo de respuesta al presentarse un problema en el acueducto es?



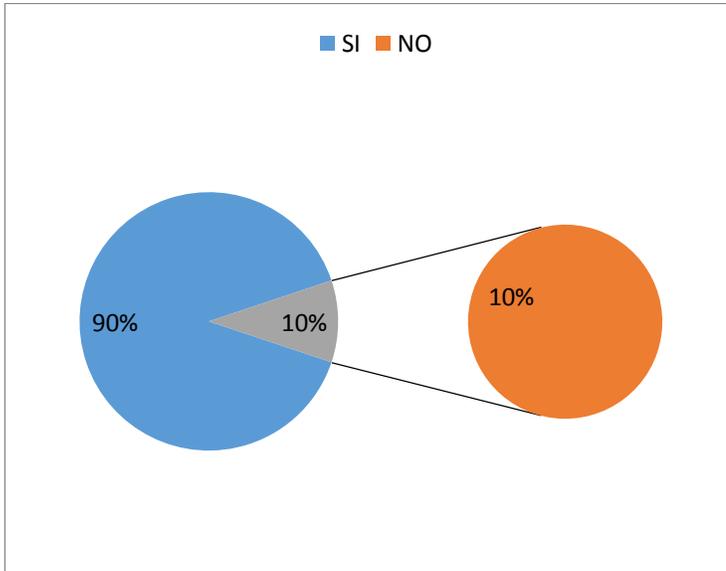
El 9% de la comunidad encuestada contesta que el tiempo de respuesta del acueducto es mala ya que no hay un interés inmediato de solucionar las posibles afectaciones, un 62 % de los usuarios opinan que es regular y el 29% afirman que es bueno la respuesta que le da a una problemática.

grafico 4. ¿La actitud del operario de la planta hacia usted es?



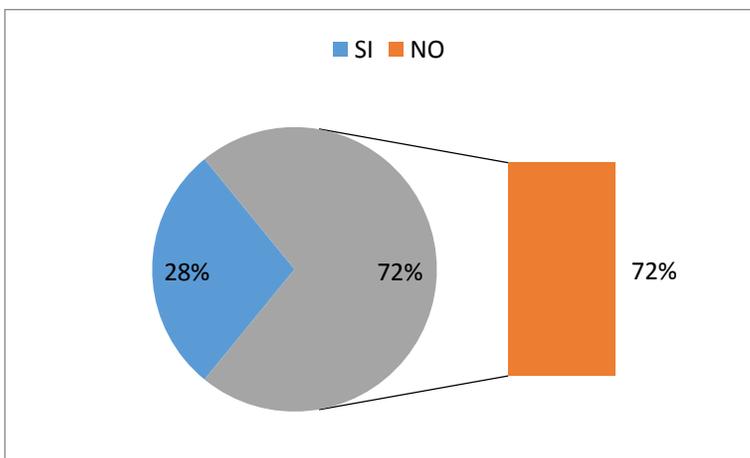
En la gráfica evidencia que el 42% de los usuarios afirma que la actitud del operario es regular ya que la comunicación del personal es poca y los usuarios perciben un desinterés en el manejo del acueducto, en comparación de un 35 % que no demuestran inconvenientes con la función del operario y un 23 % dicen que es mala.

grafico 5. ¿Considera usted inminente la realización del mejoramiento del acueducto de agua potable?



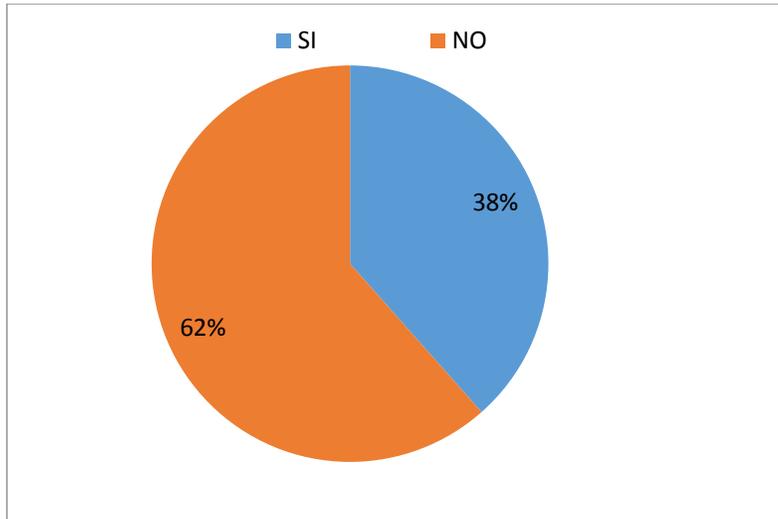
En este grafico se diferencia en los anteriores, porque observamos que el 90% de la población opinan que se debe realizar el mejoramiento del acueducto veredal, en comparación con una minoría del 10% que cree que no debería haber ningún cambio en el acueducto.

grafico 6. ¿el servicio se adapta a mis necesidades como usuario?



El 72% dicen que NO se adapta a sus necesidades ya que manifiestan que no es continuo y no es de calidad, en comparación del 28 % que apoyan el SI y creen que el acueducto les satisfacer sus necesidades.

grafico 7. ¿Cree usted que el servicio de agua potable es de calidad?



El 62% de los usuarios dicen que el servicio NO es de calidad, manifestando que se han visto relacionados con problemas gástricos y presumen que es debido al agua, también que es insuficiente para suministrar toda la comunidad, en comparación del 38 % que presumen lo contrario.

7.3.2. Determinación del caudal de aforo

Para la determinación del caudal de aforo fue necesario hacerlo en los cuatro sectores de la vereda, dentro de los cuales solo se determinó en el sector del rincón porque los demás sectores (vallao, carrtera2, carretera) no contaban con el servicio por problemas deterioro en la conducción de la red de distribución.

Dentro del sector del rincón se toma dos muestras aleatorias en las viviendas para la determinación del aforo.

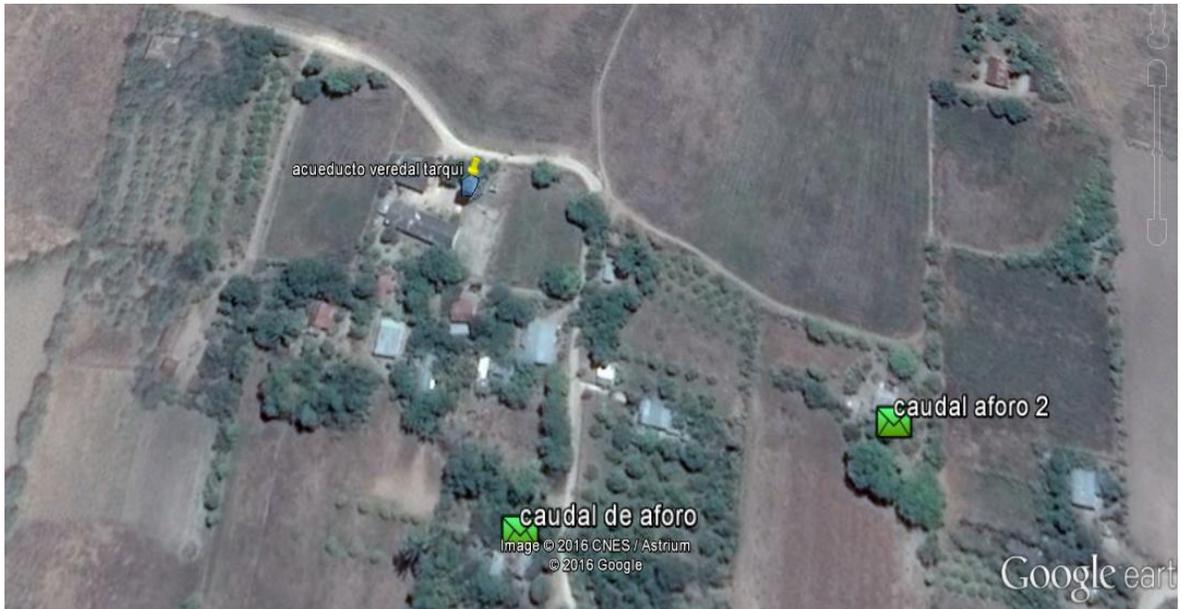


Imagen 3. Ubicación espacial de la vereda tarqui caudal de aforo. Fuente: Google Maps (mayo 3, 2016)

Materiales para la realización del caudal de aforo:

- Cronometro
- Caneca graduada volumen 1 L
- Lápiz y hoja.
-

Tiempos de llenado del volumen de 1 L

$$T_1 = 14$$

$$T_2 = 14,5$$

$$T_3 = 13,8$$

Distancia= 0,1 m

$$T_{prom} = \frac{14+14,5+13,8}{3} = 14,15 \text{ s} \quad Q = \frac{1}{14,15} = 0,071 \text{ l/s} * 0,1 = 0,0071 \text{ l/s}$$

$$0,0071 \text{ l/s} * 86400 = 617,14 \text{ l/día}$$

$$617,14 \text{ l/día} * 30 \text{ días} = 18514,28 \text{ l/mes}$$

$$18514,28 \text{ l/mes} / 1000 = 18,514 \text{ m}^3.$$

El caudal que le llega a la vivienda es de 0,0071 l/s . Esto quiere decir que al día consumieron 617,14 l/día y al mes 18,514 m³ el punto del aforo se realizó en este sector (vallao) a 300 m lineales de la planta de potabilización.

Caudal de aforo 2:

Tiempos de llenado del volumen de 1 L

$$T_1 = 12,6 \text{ s}$$

$$T_2 = 11,52 \text{ s}$$

$$T_3 = 12,07$$

$$\text{Distancia} = 0,1 \text{ m}$$

$$T_{\text{prom}} = \frac{12,6 + 11,52 + 12,07}{3} = 12,06 \text{ s}$$

$$Q = \frac{1}{12,06} = 0,083 \text{ l/s} * 0,1 = 0,0083 \text{ l/s}$$

$$0,0083 * 86400 = 717,12 \text{ l/día}$$

$$717,12 \text{ l/día} * 30 \text{ días} = 21514 \text{ l/mes}$$

$$21514 \text{ l/mes} / 1000 = 21,514 \text{ m}^3$$

El Segundo aforo aleatorio El caudal que le llega a la vivienda es de 0,0083 l/s . esto quiere decir que al día consumieron 717,12 l/día, y al mes sería 21,514 m³ en este sector (vallao) se encuentra el punto de aforo a 100 m lineales de la planta de potabilización

Promedio caudal de aforos tomados

$$Q_{\text{promedio}} = \frac{Q_{\text{aforo 1}} + Q_{\text{aforo 2}}}{2}$$

$$Q_{\text{promedio}} = \frac{617,14 + 717,12}{2} = 667,13 \text{ l/día}$$

Este caudal de aforo tuvo como finalidad constar el caudal de entrada a las viviendas pero es necesario repetir este mismo ejercicio en el siguiente semestre

ya que los aforos se realizaron en periodo del fenómeno del niño donde estaba bastante fuerte, siendo recomendable realizar estas mismas mediciones y calcular la media entre los resultados obtenidos en el primer semestre y los del segundo para hallar los cálculos del aforo más aproximados con la realidad.

7.3.3. Descripción técnica de la planta compacta

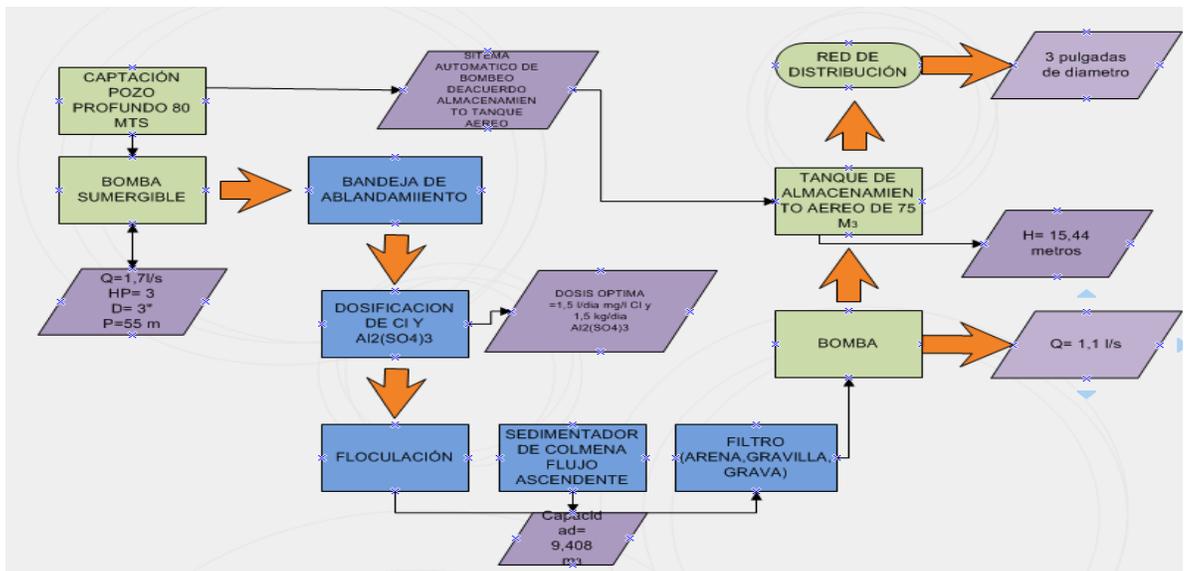


Imagen 4. Cronograma de procesos de purificación del agua del acueducto veredal

El acueducto de tarqui se encuentra ubicado en la escuela de la vereda, es una planta compacta, su suministro hídrico son aguas subterráneas y se extraen mediante un pozo profundo para posterior realizar los procesos de purificación del agua y llevarla a la red de distribución.

La planta de tratamiento se construyó en fibra de vidrio con materiales de resina poliéster de resistencia náutica, clasificación Basf internamente tubería en pvc.

A continuación se describe cada proceso de la planta compacta:

- Bomba sumergible: cuenta con unas especificaciones como: flanklin sumergibles de 3 HP , 3 pulgadas de diámetro, 200 voltios trifásico el materia de la bomba es de acero inoxidable con una caudal de 1,7 l/s , la tubería de descarga es de acero al carbón de 2 pulgadas de diámetro 30 metros , el cable de potencia es de 3*8 totalmente encauchetado. Los arrancadores o cajas de controles está compuesto por breke, contactor,

monitor de voltaje, control de nivel, tacos testigos y pulsadores de prendido y apagado.

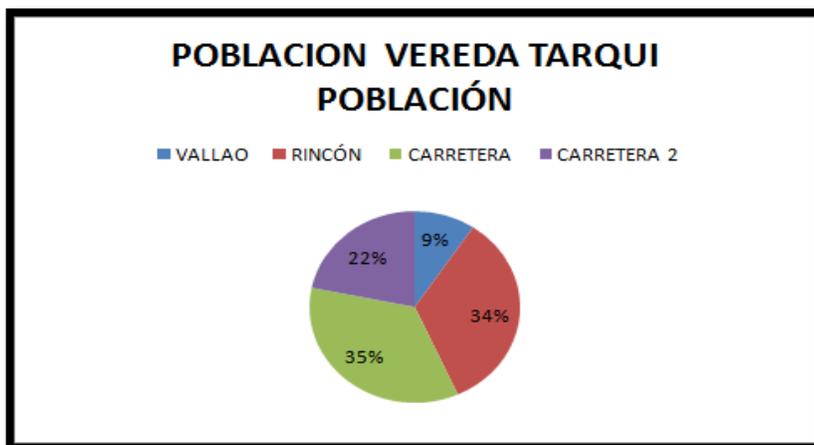
- Aireadores de caída del agua: se efectúa para aguas que tiene altos contenidos de hierro y magnesio en este caso para aguas subterráneas. Cuenta con ranuras o fondos perforados de diámetro de 10 mm sobre las cuales se distribuye el agua y se deja caer sobre un tanque receptor en la base, cuenta con un medio grueso de 20 cm (distancia entre bandejas) esto se hace para el mejorar la eficiencia en el intercambio de gases y la distribución del agua. La planta compacta tiene 4 bandejas (80cm x50cm) y su material de contacto con diámetros de 10 cm.
- Dosificadores: tiene un sistema de dosificación en húmedo los cuales vienen acompañado de un tanque cuyas medidas son (80 cm x40 cm x80 cm) el volumen total del tanque es de 256 l los cuales cada compartimiento le corresponde de 128 litros para el cloro y sulfato de aluminio granulado tipo A con una concentración del 17%. la cantidad del reactivo que se dosifica es de 0,001 l/s una vez diluido y conducido a la planta.
- Floculadores: sus medidas internas del floculador son:
 $H=2,10$ m; $A=1,6$ m; $L=0,9$ m con un volumen total de $3,024$ m³, el tiempo de detención es de 15 minutos las cuales es muy corto tiempo para la formación y aglutinación del floc. Contando con un desagüe para el lavado del mismo
- Sedimentador tipo colmena: el Sedimentador tipo colmena o de alta rata su flujo es ascendente y cuenta con uno módulos tipo paneles para la precipitación acelerada de los sólidos. Cuenta con 15 orificios de 2 cm de diámetro las cuales por medio de rebose el agua clarificada pasa al compartimiento siguiente.
- Filtros: cuenta con dos filtro de 16 × 65” pulgadas cagado de arena sílice 20-40 con su respectiva válvula en 3 vías de 2” , la Bomba de los filtros es de 2 HP que es la que lo lleva al tanque aéreo. el retro lavado de los filtros es por flujo inverso por gravedad.
- Tanque aéreo de distribución: las medidas del tanque son: $H= 2.71$ m; $L=3.86$ m; $A=1.70$ m . el volumen es de $17,78302$ m³ y una altura de 15,44 m, tiene un desagüe a 0,2 m la parte superior de la estructura.

7.3.4. Recolección de información de campo relacionado con el acueducto.

Tabla 5. Población vereda tarqui

POBLACION VEREDA TARQUI	
SECTOR	HABITANTES
VALLAO	46
RINCÓN	167
CARRETERA	172
CARRETERA 2	107
TOTAL	492

Gráfico 8. Población vereda tarqui



De los cuatro sectores el que más población tiene es el sector de la carretera con un 35% , seguido con un 34 % el sector del Rincón, 22% el sector de la carretera 2 y cerrando con un 9% el sector del vallao; la sumatoria de los cuatro sectores nos arroja en total población de 492 habitantes siendo el 100%.

Tabla 6. Personas que cuentan con el servicio

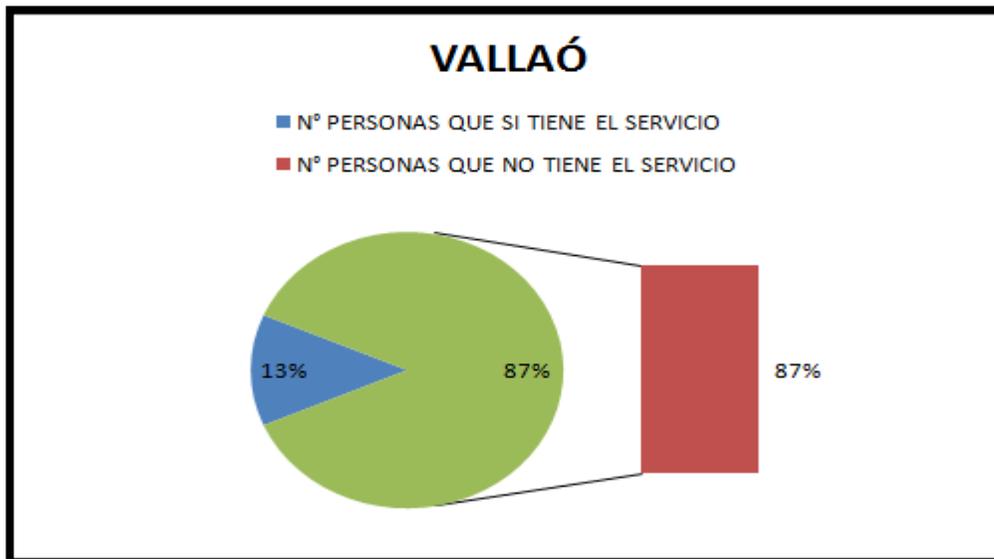
Sectores	Número de personas que si tiene el servicio	Número de personas que no tiene el servicio
Rincón	163	4
Vallao	6	40
Carretera	38	134
Carretera 2		107
Total	207	285

Grafico 9. Personas que cuentan con el servicio, sector Rincón



En el sector del rincón solamente el 2 % de las personas no cuenta con el consumo de agua potable, esto es debido que no tiene instalación directa al acueducto se benefician del acueducto , el otro 98 % no posee el servicio potable.

Grafico 10. Personas que cuentan con el servicio, sector vallaó



Según los resultados de la encuesta realizada a la población del vallaó se afirma que un 87% de la población no cuenta con el servicio del agua potable del

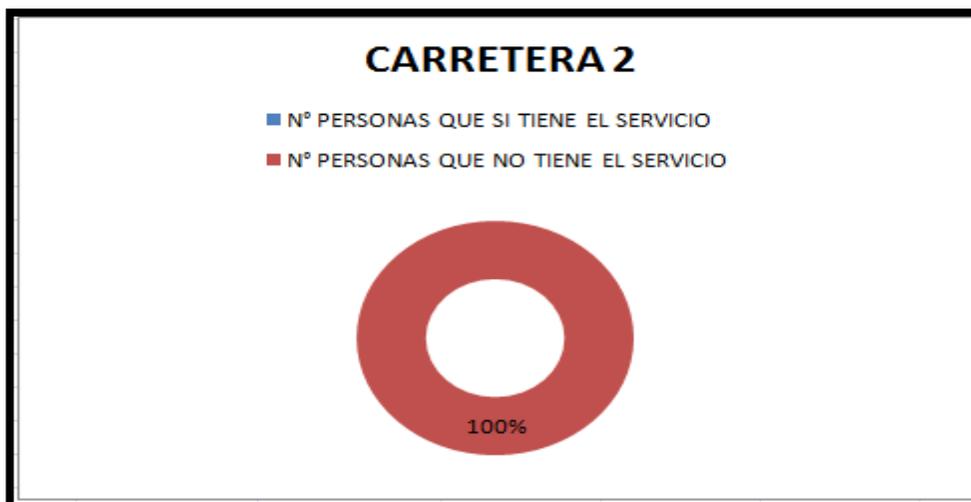
acueducto y un mínimo de la población representada en un 13% cuenta con el servicio.

Grafico 11. Personas que cuentan con el servicio, sector carretera



En este sector del tarqui se realizó la misma pregunta ocasionando como resultado en un 78% que no cuenta con el servicio del acueducto y un 22% si cuenta con el servicio ofrecido.

Grafico 12. Personas que cuentan con el servicio, sector carretera 2



En esta vereda se formuló la misma pregunta sobre el servicio del acueducto y un 100% de la población, afirmaron que no cuenta con el servicio requerido para su comunidad.

Tabla 7. Población beneficiaria del acueducto

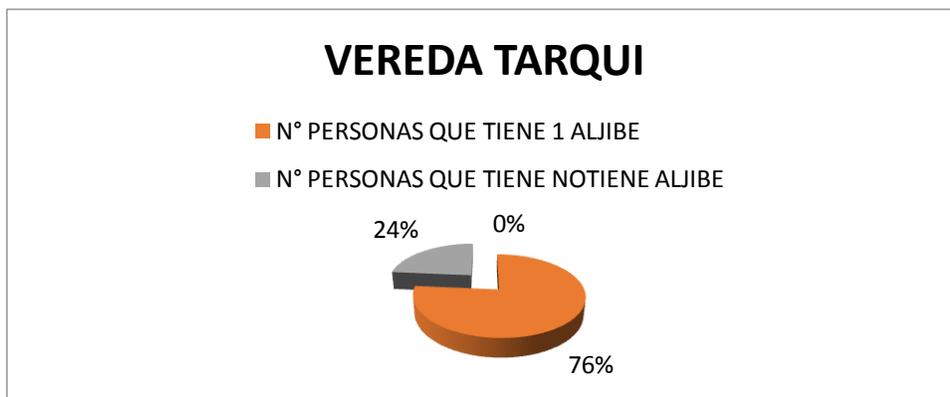
POBLACION QUE SE BENEFICIA DEL ACUEDUCTO VEREDA TARQUI	
N° PERSONAS QUE SI TIENE EL SERVICIO	207
N° PERSONAS QUE NO TIENE EL SERVICIO	285
TOTAL	492

Grafico 13. Personas que cuentan con el servicio, vereda tarqui



En la principal vereda evidencia que un 58% de la población no cuenta con el recurso del acueducto y un 42% afirma que tiene el suministro del servicio

Grafico 14. Personas que cuentan con aljibe, vereda tarqui



En la siguiente grafica se evidencia que un 76% de la persona tiene aljibe y que un 24% no cuenta con este servicio por falta de recursos económico de la población.

7.3.5. Análisis de resultados encuestados

Estos resultados fueron evidenciados por una serie de preguntas que se realizó a la comunidad sobre el beneficio del acueducto veredal, con la finalidad de adquirir información precisa y actual sobre la población, facilitando el desarrollo en la determinación de los cálculos utilizados en el trabajo de la pasantía;

También nos ayudó a la identificación de problemáticas existentes en el servicio del acueducto veredal.

7.3.6. Determinación de la dosis óptima mediante el test de jarra

Para la determinación de la dosis del coagulante fue necesario contar con el índice de willcomb, una guía de laboratorio y el laboratorio de la universidad de Cundinamarca donde se realizó el test de jarra

Índice de willcomb³⁸

- 0 - Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación
- 2 - visible. Floc muy pequeño casi imperceptible para un observador no entrenado.
- 4 – Disperso. Floc bien formado pero uniformemente distribuido.(sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
- 6 – Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
- 8 – Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
- 10 – Excelente. Floc que se deposita todo, dejando el agua cristalina.

³⁸Arboleda Valencia Jorge. (2000). teoría y práctica de la purificación del agua capítulo 4 control del proceso de coagulación-floculación del tomo1: Editorial McGraw-Hill. Colombia.pág. 174

Tabla 8 . Determinación de la dosis optima de coagulante (sulfato de Aluminio)

N° JARR A	NTU I	PHI	RPM	Dosis	coagulante	tiempo formación n floc (min)	NTU f	índice de willcomb
1	112,3	7,14	30	2,5 ml	Al ₂ (SO ₄) ₃	8'04"	18,5	2
2		7,14		6 ml	Al ₂ (SO ₄) ₃	6'23"	9,8	4
3		7,14		9 ml	Al₂ (SO₄)₃	5'49"	5,6	10
4		7,14		12 ml	Al ₂ (SO ₄) ₃	6'13"	7,2	8
5		7,14		15 ml	Al ₂ (SO ₄) ₃	6'55"	8,6	6
6		7,14		18 ml	Al ₂ (SO ₄) ₃	7'45"	7,8	4
1		7,14		2,5 ml	Fe ₂ (SO ₄) ₃	8'10"	19,7	0
2		7,14		6 ml	Fe ₂ (SO ₄) ₄	6'48"	12,5	2
3		7,14		9 ml	Fe ₂ (SO ₄) ₅	6'02"	7,3	8
4		7,14		12 ml	Fe ₂ (SO ₄) ₆	6'18"	8,9	6
5		7,14		15 ml	Fe ₂ (SO ₄) ₇	6'59"	9,4	6
6		7,14		18 ml	Fe ₂ (SO ₄) ₈	8'03"	11,8	4

Cuando se determinó la dosis óptima se hizo con el sulfato de aluminio tipo A con concentración del 17 % el que se trata en la planta y con el sulfato férrico.

Los resultados nos arrojan que la dosis optima del sulfato de aluminio tipo A es de 9 mg /l, ya que esta cumple con los parámetros de turbiedad, PH Y tiempo de formación del floc en comparación con el sulfato de aluminio que tiene como desventaja el aumento de la coloración del agua en comparación con el sulfato de aluminio tipo A.

7.3.7. Verificación volumen del dosificador en húmedo del sulfato de aluminio y cloro

Dimensiones del tanque en húmedo:

H: 80 cm

A: 40 cm $80\text{cm} \times 40\text{cm} \times 80\text{cm} = 256000 \text{ cm}^3 = \frac{1 \text{ ml}}{1 \text{ cm}^3} = 256000 \text{ ml}$

P: 80 cm $\frac{256000 \text{ ml}}{2} = 128000 \text{ ml} \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} = 128 \text{ L}$

El volumen de los tanques para la dosificación en húmedo del sulfato de aluminio y el cloro que posee el acueducto veredal de tarqui es de 128 L cada compartimiento

7.3.8. DOSIFICACIÓN Y COSTOS DEL SULFATO DE ALUMINIO EXISTENTES EN PLANTA POTABILIZADORA

- 3 Kg de sulfato de aluminio diluidos en 128 litros de agua

$$\frac{3 \text{ kg}}{2 \text{ dia}} = \frac{1,5 \text{ kg}}{\text{dia}} \times \frac{30 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} = 45 \frac{\text{kg}}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ bulto}}{25 \text{ kg}} = \frac{1,8 \text{ bultos}}{\text{mes}} \times 45000 = \$ 81000 \text{ mensuales}$$

\$ 81000 mensuales y 972000 al año de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ esta dosificación corresponde como se venía tratando la planta de tratamiento del acueducto de tarqui.

7.3.9. Cálculo de la cantidad de reactivo para dosificar en húmedo.

El volumen de reactivo por dosificar en una planta dependerá de la concentración o pureza del compuesto que se utilice.

- En este caso se utiliza la dosificación en húmedo.
En donde :
D = Dosis que se requiere aplicar en $\text{g/m}^3 = \text{mg/l}$
P = pureza del reactivo que se usa en porcentaje
Q = caudal de la planta en m^3/s

$$q = \frac{DQ}{PC} = \frac{9 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 0,0017 \text{ m}^3/\text{s}}{17 \text{ g/l}} = 0,0009 \text{ L/s} = \text{dosificación del } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ en húmedo.}$$

- Si las pruebas de jarra se utiliza con el mismo compuesto que se utiliza en la planta, se elimina el problema de la pureza del coagulante.
- se utilizo la dosis optima de $9 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$ para la determinación de la cantidad del reactivo
- Calculo del volumen del tanque del dosificador de sulfato de aluminio

$$\frac{0,0009 \text{ l}}{\text{s}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hora}} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ dia}} = \frac{77 \text{ l}}{\text{dia}} + 5\% \text{ de espacios para depósitos.}$$

$$77,76 + 3,88 = 81,64 \text{ l volumen del tanque}$$

7.3.9.1. Dosificación mensual del sulfato de aluminio después de la realización del test de jarra.

Dosis optima = 9 mg/l

caudal= 1,7 l/s

$$\frac{9 \text{ mg}}{\text{l}} \times \frac{1,7 \text{ l}}{\text{s}} = \frac{15,3 \text{ mg}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = \frac{0,0153 \text{ g}}{\text{s}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = \frac{0,05508 \text{ kg}}{\text{hora}} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ dia}} \times \frac{30 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} = \frac{39,6576 \text{ kg}}{\text{mes}}$$
$$\frac{39,6576 \text{ kg}}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ bulto}}{25 \text{ kg}} = \frac{1,59 \text{ bulto}}{\text{mes}} \times 45000 = \$ 71550 \text{ mensuales}$$

- Si se hace una comparación de precios una vez hallada la dosificación óptima mediante el test de jarra y antes, encontramos que hay un ahorro del 12% mensuales en la compra de insumos del sulfato de aluminio.
- También se puede apreciar una disminución en el volumen del tanque para la dosificación en húmedo. el tanque existente es de 128 l y el volumen óptimo es de 82 l incluyéndole el 5% de espacios para depósitos.

7.4.0. CÁLCULOS EN LA DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN EXISTENTE PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL ACUEDUCTO VEREDAL

Dotación bruta

Para la determinación de la población existente fue necesario la recolección de información ya que el acueducto veredal no cuenta con esta, fue necesario realizar levantamiento en campo a las usuarios que se cuentan inscritos al acueducto y los que no también fueron anotados para tener un cálculo real de población de habitantes de la vereda de tarqui es de 492 .

La dotación bruta debe establecerse según la siguiente ecuación:

$$d_{\text{neta}}=100$$

$$p=40\% =0,4$$

$$d_{\text{bruta}} = \frac{d_{\text{neta}}}{1-\%p} = d_{\text{bruta}} = \frac{100 \text{ l}}{1-0.40} = 167 \text{ l}$$

$$d_{\text{bruta}}= 167\text{l}$$

La dotación neta es de 167 l por persona día.

DEMANDA

Calculo medio diario

$$Q_{md} = \frac{p \times d_{bruta}}{86400}$$

$p=492$ hab

$d_{bruta}= 167$ l

$$Q_{md} = \frac{492 \text{ hab} \times 167 \text{ l}}{86400} = 0,95 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

El caudal medio diario con la población actual es de 0,95 l/s

Caudal máximo diario

$$Q_{MD} = Q_{md} \times k_1 \quad Q_{MD} = 0,95 \times 1,30 = 1,2 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

El caudal máximo día es de 1,2 l/s.

Caudal máximo horario

$$Q_{MH} = Q_{MD} \times k_2 = Q_{MH} = 1,2 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 1,60 = 1,9 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

7.5.0. Determinación de las pérdidas de conducción

Según el RAS 2000 para la determinación de las perdidas por conducción debe ser inferior al 5 % del caudal medio diario. Para este caso el caudal medio diario estimado es $0,95 \frac{\text{l}}{\text{s}}$ y se asume como el 5% de pérdidas en el sistema de tratamiento de potabilización.

$Q_{md} * 5\% =$ perdida de conducción

$$0,95 \frac{\text{l}}{\text{s}} * 0,05 = 0,0475 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$0,0475 \frac{\text{l}}{\text{s}}$ es el caudal que se pierde en la conducción de agua tratada en la red de distribución.

7.5.1. Determinación del volumen del tanque aéreo existente del acueducto veredal

Volumen tanque aéreo existente

$$H = 3,86 \text{ m}$$

$$P = 2,71 \text{ m} \quad H \times P \times A = V = \text{M}^3 \quad V = 3,86 \times 2,71 \times 1,70$$

$$A = 1,70 \text{ m} \quad V = 17,78302 \text{ m}^3$$

Se determina el volumen del tanque existente de $17,78302 \text{ m}^3$

DETERMINACION DEL DEFESIS DEL VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL AÑO PRESENTE.

Habitantes = 492

Promedio de personas por predio = 5 hab

$$\text{Predios} = \frac{\text{habitantes total}}{\text{promedio de persona * predios}}$$

$$\text{Predios} = \frac{492}{5} = 98,4 \text{ predios}$$

$$98,4 \text{ predios} * 667,13 \text{ l/ día} = 65645, 592 \text{ l/día}$$

$$65645, 592 / 1000 = 65,646$$

$$\text{Déficit} = 65,646 \text{ m}^3 - 18 \text{ m}^3 = 47,646 \text{ m}^3$$

- Volumen con la población actual según la demanda neta que en este caso aplicamos 100 l por habitante. Según la resolución 2320 de 2009.
- Esto quiere decir que el tanque aéreo fue diseñado para una población 24 años atrás y no alcanza a cumplir con la población demandada, del año existente (2016) teniendo como falencia $47,75 \text{ m}^3$, afectando el servicio continuo en la comunidad de la vereda tarqui de Flandes Tolima.

7.6.0. Cálculos en la determinación de la población proyectada a 26 años para el funcionamiento del acueducto veredal

Para determinar la proyección futura de la población de la vereda Tarqui del municipio de Flandes Tolima. Se tomaron los censos del año 1993 y 2005; con estos se proyectó la población para el año 2016 y de este año se proyectó al periodo de diseño por nivel de complejidad como lo establece el RAS 2000. Además, para un mejor cálculo se aplicó el software AYA de la ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERA JULIO GARAVITO elaborado por el Ingeniero RICARDO ALFREDO LÓPEZ CUALLA

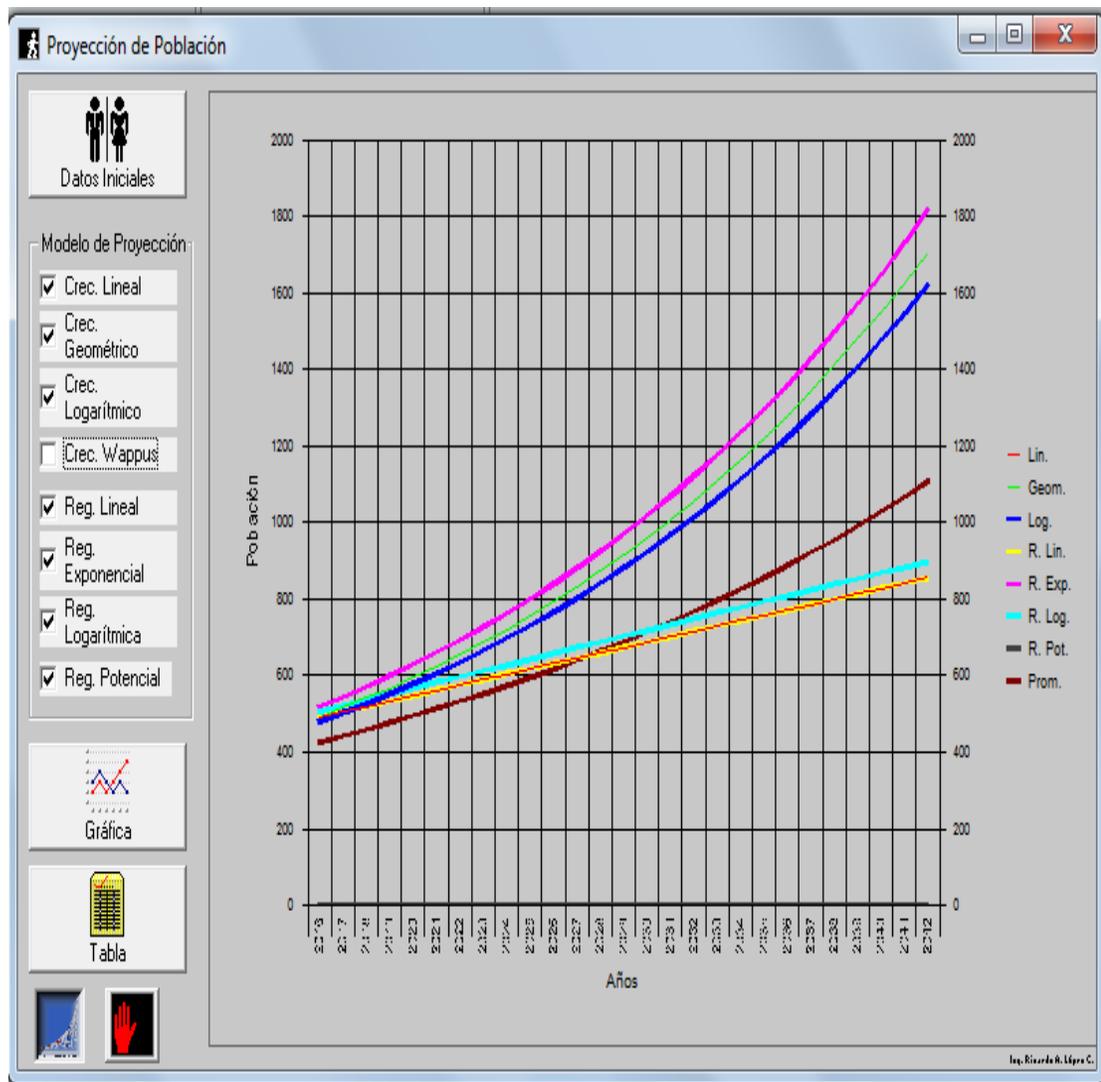


imagen 5 .modelos de proyecciones

Este grafico la curva de nivel de crecimiento población de acuerdo al año y el modelo seleccionado, esta representando los modelos de crecimiento lineal, crecimiento geométrico, crecimiento logarítmico, crecimiento exponencial.

Año	Lineal	Geométrico	Logarítmico	Wappus	Reg. Lineal	Reg. Expon.	Reg. Logar.	Reg. Poten.	Promedio
2017	506	516	503		506	545	522		44%
2018	520	541	527		520	572	537		46%
2019	534	568	552		534	600	552		47%
2020	548	596	578		548	629	567		49%
2021	562	625	606		562	661	582		51%
2022	576	656	635		576	693	598		53%
2023	590	688	666		590	727	613		55%
2024	604	722	698		604	763	628		57%
2025	618	757	731		618	801	643		59%
2026	632	794	766		632	840	658		61%
2027	646	833	803		646	882	673		64%
2028	660	874	841		660	925	688		66%
2029	674	917	881		674	971	703		68%
2030	688	962	924		688	1,019	718		71%
2031	702	1,009	968		702	1,069	733		74%
2032	716	1,058	1,014		716	1,122	748		76%
2033	730	1,110	1,063		730	1,177	764		79%
2034	744	1,164	1,114		744	1,235	779		82%
2035	758	1,221	1,167		758	1,296	794		85%
2036	772	1,281	1,223		771	1,360	809		88%
2037	786	1,344	1,282		785	1,427	824		92%
2038	800	1,410	1,343		799	1,498	839		95%
2039	814	1,479	1,408		813	1,571	854		99%
2040	828	1,552	1,475		827	1,649	869		1,02%
2041	842	1,628	1,546		841	1,730	884		1,06%
2042	856	1,708	1,620		855	1,816	899		1,10%

Imagen 6. Resultados población proyectada según los modelos

Los resultados del software AYA para la población proyectada en el 2042 según el modelo de proyección de crecimiento lineal 856 HABITANTES.

DEMANDA

Calculo medio diario

$$Q_{md} = \frac{p \times d_{bruta}}{86400}$$

$p = 856$ hab

$d_{bruta} = 167$ l

$$Q_{md} = \frac{856 \text{ hab} \times 167 \text{ l}}{86400} = 1,6 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

El caudal medio diario con la proyección de habitantes a 26 años es de 1,6 l/s .

Caudal máximo diario

$$Q_{MD} = Q_{md} \times k_1 \quad Q_{MD} = 1,6 \times 1,30 = 2,08 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Caudal máximo horario

$$Q_{MH} = Q_{MD} \times k_2 = Q_{MH} = 2,08 \text{ l/s} \times 1,60 = 3,328 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

7.7.0. Determinación del déficit del volumen del tanque de almacenamiento del año proyectado.

Habitantes = 856

Promedio de personas por predio = 5 hab

$$\text{Predios} = \frac{\text{habitantes total proyectados}}{\text{promedio de persona * predios}}$$

$$\text{Predios} = \frac{856}{5} = 171,4 \text{ predios}$$

$$171,4 \text{ predios} * 667,13 \text{ l / día} = 114212,656 \text{ l / día}$$

$$114212,656 \text{ l} / 1000 = 114,212656 \text{ m}^3$$

$$\text{Déficit} = 114,212656 \text{ m}^3 - 18 \text{ m}^3 = 96,212656 \text{ m}^3$$

8.0 ANALISIS DE LOS RESULTADOS

- El volumen del tanque de distribución existente queda en defisis de 47,646 m³ con el número de habitantes actual año 2016 y para el año proyectado 2042 el déficit del volumen es de 96,212656 m³.

9.0. DETERMINACIÓN DEL TRAMO CON TAPONAMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

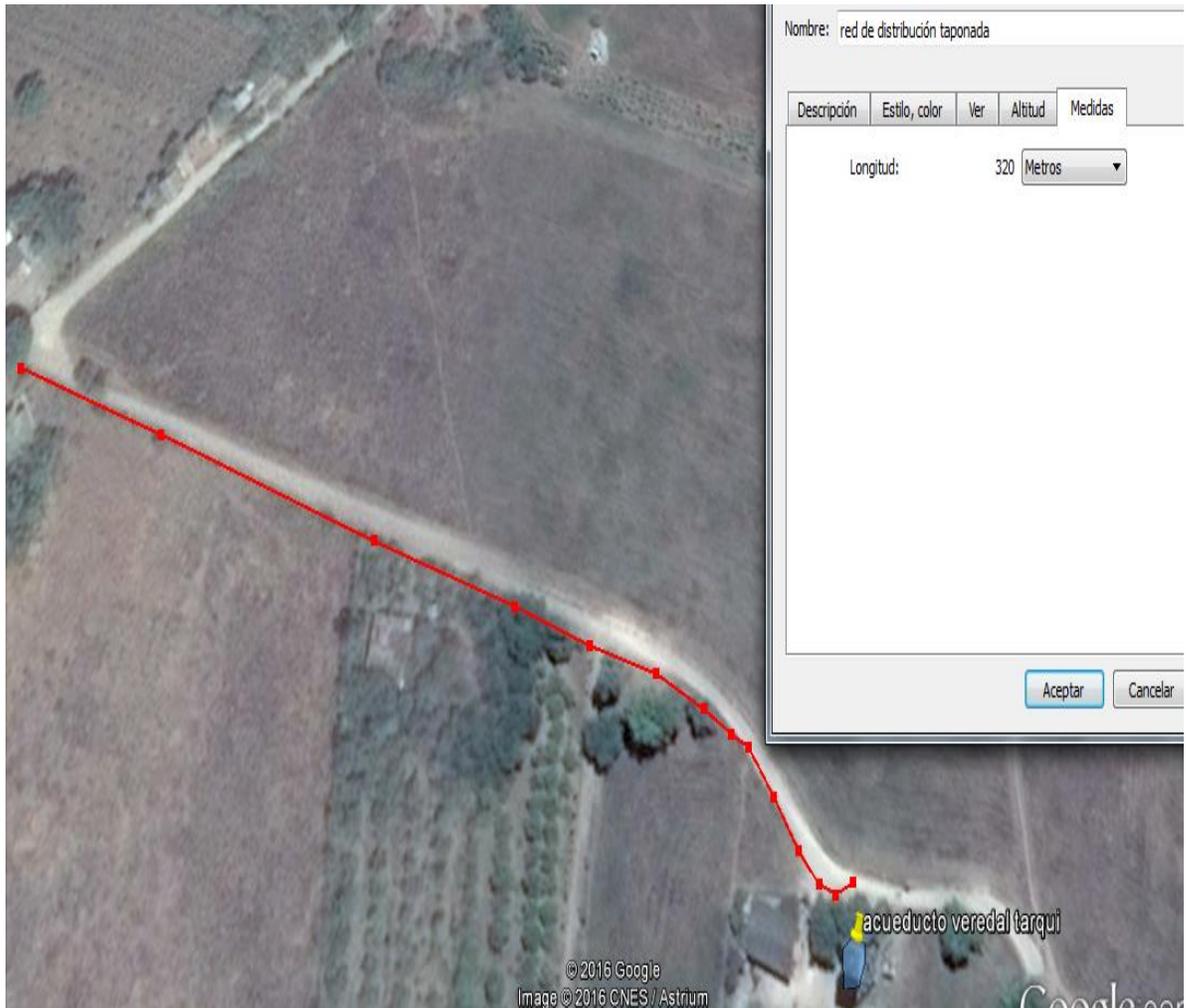


Imagen 7. Ubicación espacial de la red de distribución taponada. Fuente: google maps (3 mayo del 2016).

El método que se utilizó para la identificación del tramo de taponamiento de la red de distribución fue un método de PIQUES, realizado por las personas que conforman la junta del acueducto. Este método se logra en 5 pasos:

1. Saber dónde se encuentra la red de distribución
2. Hacer la excavación con herramientas manuales como pica y palas dependiendo de la profundidad que se encuentre la red. para este caso es de 1 m de profundidad
3. Corte de un tramo de la red con una segueta para observar si esta obstruida
4. Reemplazar con un accesorio en este caso una unión de tres pulgadas
5. Repetir los mismos pasó cada 50 mts hasta encontrar la causa.

La causa del taponamiento está en un tramo de 320 mts lineales continuos al acueducto veredal de tarqui, fue de gran ayuda la implementación de herramientas satelitales como GOOGLE EARTH facilitándonos las medidas y la visión desde un plano aéreo.

Lo dicho anteriormente se evidencia en el (anexo 5).

10. PRODUCTOS ESPERADOS Y FORMA DE VERIFICACIÓN

Tabla 9. Indicador de cumplimientos de acuerdo a los objetivos específicos de acuerdo a la pasantía

Valoración de sulfato de aluminio en el acueducto veredal			
Meta	Indicador	Supuesto	Beneficiario
Determinar la dosis optima de sulfato de Al tipo A para la planta de tratamiento.	Test de Jarra	a) Mejoramiento en el proceso de floculación y sedimentación en el acueducto	La población de tarqui.
		b) Reducción de los insumos y costos del reactivo mensual.	
Determinar el volumen aéreo para la determinación proyectada			
Implementación el diseño de volumen acueducto a 26 años proyectados.	Indicador a cuantas personas más se proyectó el volumen. $\frac{492*100}{856} = 57,47 \%$	a) no cumple el volumen del tanque de distribución ni con la población existente ni proyectada.	Población de la vereda tarqui.
		b) eficiencia y continuidad en el suministro del servicio de agua potable.	
Recolección de información de campo relacionado con el acueducto			
Encuestar a los usuarios del acueducto de tarqui encuesta de satisfacción.	indicador de usuarios encuestados $\frac{78*100}{98} = 79,6 \%$ predios encuestados.	recolección de información en su totalidad y certera a cada usuario.	Junta de acción del acueducto.

11. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los cálculos realizados sobre dotaciones para establecer el caudal del diseño del sistema, se puede establecer que el volumen del tanque de distribución se encuentra en déficit de un 643 % y 364% respectivamente, debido a que este sistema se construyó hace 24 años cuando no estaba establecido el RAS 2000 metodología que hubiese disminuido el porcentaje de déficit.
- Así mismo la red distribución evidencia una problemática de taponamiento de 320 metros lineales, ocasionando las ineficiencias en caudales de llegadas a las viviendas.
- Para esta pasantía se determina la dosis optima del coagulante teniendo como resultado la disminución referente a la dosis que se maneja, esto tiene como ventaja la disminución de los costos de insumos en un 12% y un mejor funcionamiento de floculación, coagulación del acueducto en comparación con el sulfato de férrico que se analizó en el test de jarra.

12. RECOMENDACIONES

- Como sugerencia realizar capacitaciones de mantenimiento en el personal operativo del acueducto.
- Capacitar a la población de la vereda en la cultura del pago del servicio para tener un suministró más favorable del acueducto.
- Ajustar las tarifas de pago de acuerdo al número de personas por usuario.
- Se recomienda implementar un sistema de medidores por usuario y un macro medidor en la salida de la planta de tratamiento, para saber el volumen tratado y así hallar las perdidas comerciales comparándolas con las $\sum m^3$ de los usuarios.
- Sistema de rejilla en las válvulas de sectorización con la finalidad que solo sea manejado por personal autorizado para que no cambie la dirección de agua tratada. (Anexo 10)
- Mantenimiento de cada dos años como mínimo en la red de destilación principal por problemas de colmatación, taponamiento y acumulación de materia Mg, Ca, Fe y p.
- Hacer las pruebas físicas químicas y microbiológicas según lo mandado por la legislación 2115 del 2007.(Anexo 11)
- Planta eléctrica diesel con capacidad de tres HP para subastar la demanda energética que tiene el acueducto.
- De acuerdo al diagnóstico realizado y teniendo en cuenta la población y cauces del diseño se recomienda la construcción de un tanque semienterrado cerca de la planta de tratamiento la cual tenga la capacidad suficiente proyectada a 26 años, el cual recibirá el agua tratada y la impulsara al tanque de distribución y por depositación automática distribuirá de manera segura y permanente el agua que necesita la vereda.

Bibliografía

- Arboleda Valencia Jorge. (2000). Teoría y práctica de la purificación del agua del tomo1: Editorial McGraw-Hill. Colombia. pág.202
- Arboleda Valencia Jorge. (2000). teoría y práctica de la purificación del agua tomo1: Editorial McGraw-Hill. Colombia. pag.18
- Arboleda Valencia, Jorge & Marckrle (2000) teoría y práctica de la purificación del tomo1: Editorial McGraw-Hill. Colombia. pág. 37
- Colombia Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico; Bogotá D.C., noviembre de 2.000 pág. 22-23
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto – Ley 2811 de 1974.
- CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Decreto 1575 del 2007.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 1594 de 1984.
- CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Ley 142 de 1994.
- CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Resolución 2115 de 2007.
- Cuesta, Gerardo, Elizalde & ingeniera Lidia de Vargas, floculación capítulo 6 [en línea] <<http://www.cepis.ops-oms.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manuall/tomol/seis>[citado en 2 de mayo de 2015]
- [http://es.wikipedia.org/wiki/principio de arquímedes](http://es.wikipedia.org/wiki/principio_de_arquimedes)
- MINISTERIO DE DESARROLLO. (2000) Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico.
- Romero Rojas Jairo Alberto & Maldonado yactayo Víctor. (2006). purificación de agua.2 ed. Colombia: Editorial escuela colombiana de ingeniería. Colombia. pág.83
- Romero Rojas Jairo Alberto. (2006) purificación de agua.2 ed. Editorial escuela colombiana de ingeniería. Colombia.pág.213

Anexo 1. filtros de grava, arena y carbón del acueducto veredal



Anexo 2. Bandejas de oxidación



Anexo 3. Bombas dosificadoras



Anexo 4. Conducción pozo profundo.



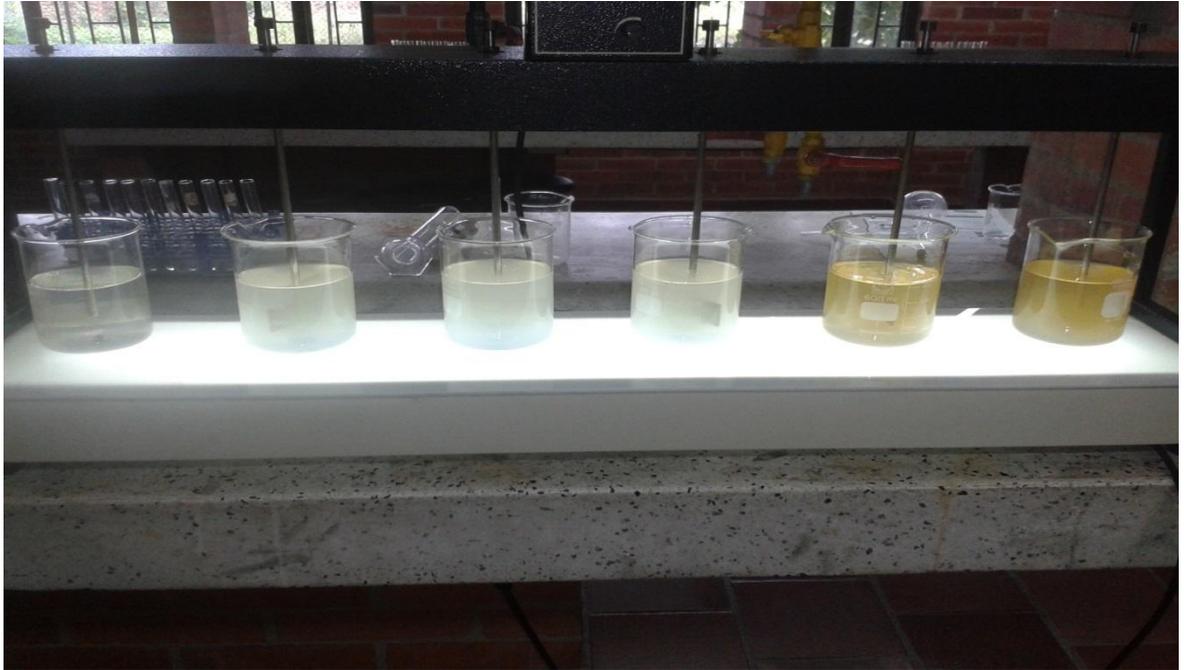
Anexo 5.Tubería de conducción taponada.



Anexo 6Toma de encuesta



Anexo 7. Prueba de jarras



Anexo 8. Recolección de información

SECTOR DEL RINCON								
NOMBRES Y APELLIDOS	NOMBRE PREDIO	POSEE TANQUE DE ALMACENAMIENTO	ATRASOS	N° ALGIBE	N° DE PERSONAS POR USUARIO	TAMAÑO TUBERIA COMETIVA	N° DE LLAVES	SE BENEFICIA
Alexander Mayorquin	el Caimo	1	0	1	3	1/2 Pulg	3	X
Ana Rita Mayorquin	La Motina	1	0	1	3	1/2 Pulg	3	X
Ana Rocio Mayorquin	Rosablanca	1	0	0	5	1/2 Pulg	1	X
Ángeles Gomez	el Caimo	1	0	2	5	1/2 Pulg	1	X
Ángela Mayorquin	la Jela	2	0	1	5	1/2 Pulg	2	X
Carlina Mayorquin	la Jela	2	0	1	5	1/2 Pulg	2	X
Dionisio Mayorquin	la Jela	2	0	0	2	1/2 Pulg	1	X
Dionisio Ramirez	Rosablanca	1	0	0	2	1/2 Pulg	1	X
Edgar Ramirez	Rosablanca	2	0	1	3	1/2 Pulg	1	X
Elkin Ramirez	Rosablanca	2	0	0	3	1/2 Pulg	3	X
Encha Reyes	el Caimo	1	0	0	1	1/2 Pulg	1	X
Ernesto Arias	el Caimo	1	0	0	1	1/2 Pulg	1	X
Ernesto Conde	la reforma	2	0	0	5	1/2 Pulg	1	X
Ernesto Espinosa	Rosa blanca	2	0	1	3	1/2 Pulg	3	X
Estela Rodriguez	El Atiro	2	0	0	1	1/2 Pulg	2	X
Familia Serrano	Manaculo	1	0	0	1	1/2 Pulg	2	X
Flor Mayorquin	El Caimo	1	0	1	4	1/2 Pulg	2	X
Gabriel Mayorquin	El Caimo	2	0	1	4	1/2 Pulg	2	X
Gerardo Osuna	El Dorado	2	0	1	5	1/2 Pulg	1	X
Gladio Ramirez	San Antonio	2	0	1	5	1/2 Pulg	1	X
Gregorio Arias	los Arroyos	2	0	1	5	1/2 Pulg	1	X
Henry Bernal	San Antonio	2	0	1	1	1/2 Pulg	2	X
Hugo Alcala	la marquilla	2	5	4	1	1/2 Pulg	2	X
Imas Mayorquin	El Caimo	2	2	1	4	1/2 Pulg	3	X
Imas Pava	El Caimo	2	2	1	4	1/2 Pulg	3	X
Jairo Serrano	El Caimo	2	0	0	1	1/2 Pulg	1	X
Osuna	El Caimo	3	0	1	2	1/2 Pulg	2	X

Anexo 9 encuesta de satisfacción



República de Colombia
Alcaldía Municipal de Flandes Tolima
"FLANDES ES CAPAZ DE CONSTRUIR"

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE ACUEDUCTO VEREDAL DE TARQUI

Fecha Realización: Marzo/17/2016 Predio: La Peto.

A continuación usted encontrará una serie de pregunta asociadas al tema tratado, lea con atención y objetivamente, y marque la afirmación que usted considere pertinente.

E	B	R	M
Excelente	Buena	Regular	malá

Ejemplo:

AFIRMACIÓN	E	B	R	M
¿Como le pareció la atención?	X			

Creo o considero que:

1. Quien contesta la encuesta (relación con el usuario)

usuario	padre	madre	Hijo (a)	Otro ¿Quién?
X				

No.	AFIRMACIÓN	E	B	R	M
2.	¿Cómo le parece el servicio que presta el acueducto veredal?				X
3.	¿el tiempo de respuesta al presentarse un problema en el acueducto es		X		
4.	¿La actitud del operario de la planta hacia usted es?		X		

MARQUE (X) LA QUE CORRESPONDA CON SU OPINIÓN SEA NEGATIVA O POSITIVA

No.	AFIRMACIÓN	SI	NO
5.	¿Considera usted inminente la realización del mejoramiento del acueducto de agua potable?	X	
6.	¿El servicio se adapta perfectamente a mis necesidades como usuario?	X	
7.	¿Cree usted que el servicio de agua potable es de calidad?		X

Recuerde que esta información que usted brinda es de carácter confidencial y de total importancia para su desarrollo en el área de la educación ambiental y participación ciudadana.

MUCHAS GRACIAS.

Programa de gestión ambiental
 Universidad de Córdoba
 2016



República de Colombia
Alcaldía Municipal de Flandes Tolima

"FLANDES ES CAPAZ DE CONSTRUIR"

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE ACUEDUCTO VEREDAL DE TARQUI

Fecha Realización: Marzo 17 2016 Predio: Rodriguez

A continuación usted encontrará una serie de preguntas asociadas al tema tratado, lea con atención y objetivamente, y marque la afirmación que usted considere pertinente.

E	B	R	M
Excelente	Buena	Regular	mala

Ejemplo:

AFIRMACIÓN		E	B	R	M
¿	Como le pareció la atención?	X			

Creo o considero que:

1. Quien contesta la encuesta (relación con el usuario)

usuario	padre	madre	Hijo (a)	Otro ¿Quién?
X				

No.	AFIRMACIÓN	E	B	R	M
2.	¿Cómo le parece el servicio que presta el acueducto veredal?		X		
3.	¿el tiempo de respuesta al presentarse un problema en el acueducto es		X		
4.	¿La actitud del operario de la planta hacia usted es?		X		

MARQUE (X) LA QUE CORRESPONDA CON SU OPINIÓN SEA NEGATIVA O POSITIVA

No.	AFIRMACIÓN	SI	NO
5.	¿Considera usted inminente la realización del mejoramiento del acueducto de agua potable?	X	
6.	¿El servicio se adapta perfectamente a mis necesidades como usuario?	X	
7.	¿Cree usted que el servicio de agua potable es de calidad?		X

Recuerde que esta información que usted brinda es de carácter confidencial y de total importancia para su desarrollo en el área de la educación ambiental y participación ciudadana.

MUCHAS GRACIAS.

Anexo 10.presupuesto de rejillas para las valvulas

presupuesto de rejillas para el control de valvulas de acceso					
concepto	dimenciones cm	cantidad	valor unitario	instalación	valor total
Rejilla	84x1,57	1	150000	80000	230000
Rejilla	79x83	1	100000	60000	160000
Rejilla	60x60	1	70000	30000	100000
TOTAL COSTO DIRECTO					490000
ADMINISTRACION				8%	39200
UTILIDAD				4%	19600
IVA SOBRE UTILIDAD				16%	3136
COSTO TOTAL					551936

Anexo 11. Presupuestos pruebas físico-química y microbiológica

PRESUPUESTOS PRUEBAS FISICO QUIMICAS				
Descripción	Tecnica analitica	Cantidad	Valor unitario	Total
potencial de hidrogeno PH	Electrometrico	1	6000	6000
Turbiedad	Nefelometrico	1	6000	6000
Cloro Residual P.D.P	Colorimetrico	1	7000	7000
Color	Espectrofotometrico	1	6000	6000
Cloruros	Volumetrico	1	15000	15000
Fosfatos	Colorimetrico	1	15000	15000
Sulfato	Espectrofotometrico	1	15000	15000
Nitritos	Colorimetrico	1	15000	15000
Hierro	Espectrofotometrico	1	15000	15000
Alcalinidad	Volumetrico	1	10000	10000
Dureza	Volumetrico	1	10000	10000
Aluminio Residual	espectrofotometrico	1	20000	20000
TOTAL				140000
TOTAL IVA				162400
BACTERIOLOGICO				
Cultivo de coliformes fecales	Filtacion por membrana	1	30000	30000
Cultivo de Escherichia Coli	Filtacion por membrana	1	30000	30000
TOTAL				60000
TOTAL IVA				69600

Anexo 12. Presupuesto de instalación red de distribución afectada

DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	VALOR UN	VALOR TOTAL
SUMINISTRO E INSTALACION DE RED DE ACUEDUCTO 3" (Incluye tubería PF, registros y accesorios, mano de obra).	1m	320 m	\$ 232,000.00	\$ 74,240,000.00
Excavación con Retro excavadora	1h	3horas	\$ 75,000.00	\$225,000.00
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 74,465,000.00
ADMINISTRACION			8%	\$ 5,957,200.00
UTILIDAD			4%	\$ 2,978,600.00
IVA SOBRE UTILIDAD			16%	\$ 476,576.00
COSTO TOTAL				\$ 83,877,376.00