



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, Noviembre 30 de 2018

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

SERGIO DAVID SÁNCHEZ GUTIÉRREZ, con C.C. No. 1.075.241.434,

RUBÉN MAURICIO GÓMEZ GUZMÁN, con C.C. No. 1.075.216.329,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

Autores de la tesis y/o trabajo de grado o _____

Titulado DIAGNOSTICO HIDRÁULICO Y SANITARIO EN 5 SISTEMAS DE ACUEDUCTOS VEREDALES DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA

Presentado y aprobado en el año 2018 como requisito para optar al título de

INGENIERO AGRÍCOLA

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

SERGIO DAVID SÁNCHEZ GUTIÉRREZ:

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

RUBÉN MAURICIO GÓMEZ GUZMÁN:

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: DIAGNOSTICO HIDRÁULICO Y SANITARIO EN 5 SISTEMAS DE ACUEDUCTOS VEREDALES DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
SÁNCHEZ GUTIÉRREZ	SERGIO DAVID
GÓMEZ GUZMÁN	RUBÉN MAURICIO

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
IZQUIERDO BAUTISTA	JAIME

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
MUÑOZ CASTELBLANCO	ANA LUCIA

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO AGRÍCOLA

FACULTAD: INGENIERÍA

PROGRAMA O POSGRADO: INGENIERÍA AGRÍCOLA

CIUDAD: NEIVA

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2018

NÚMERO DE PÁGINAS:

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas Fotografías Grabaciones en discos ___ Ilustraciones en general Grabados ___
Láminas ___ Litografías ___ Mapas ___ Música impresa ___ Planos ___ Retratos ___ Sin ilustraciones ___
Tablas o Cuadros

Vigilada mieducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

NINGUNO

MATERIAL ANEXO:

TABLAS DE USO SANITARIO DE AGUA POTABLE, RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE AGUA

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>Acueducto</u>	<u>Aqueduct</u>	6. <u>Suministro</u>	<u>Supply</u>
2. <u>Sanitario</u>	<u>Sanitary</u>	7. <u>Medidas</u>	<u>Measurements</u>
3. <u>Desarenador</u>	<u>Sand trap</u>	8. <u>Coliformes</u>	<u>Coliforms</u>
4. <u>Potable</u>	<u>Potable</u>	9. <u>Calidad</u>	<u>Quality</u>
5. <u>Distribución</u>	<u>Distribution</u>	10. <u>Tanque</u>	<u>Tank</u>

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El agua es un aspecto fundamental en la vida de las personas, por ello, es necesario crear y mantener estrategias dirigidas en su distribución a cada persona del mundo. La gestión, infraestructura y el acceso a suministro seguro y de calidad del agua, mediante sistemas de saneamiento adecuados, mejoran la calidad de vida de la población, expanden las economías locales y promueven la creación de puestos de trabajo más dignos y a una mayor inclusión social.

Dado lo anterior, el presente trabajo pretende evaluar la eficiencia en cinco sistemas de acueductos veredales del departamento del Huila, mediante diagnóstico sanitario, hidráulico y estructural; para determinar la calidad de los parámetros del suministro de agua potable. Se revisará el estado actual de la bocatoma, red de aducción, desarenador, red de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución y se determinarán los parámetros de medición para el agua potable (pH, cloro, color, turbiedad, temperatura, coliformes totales y fecales y e-coli, por medio de ensayo In Situ y muestras de agua en laboratorio.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

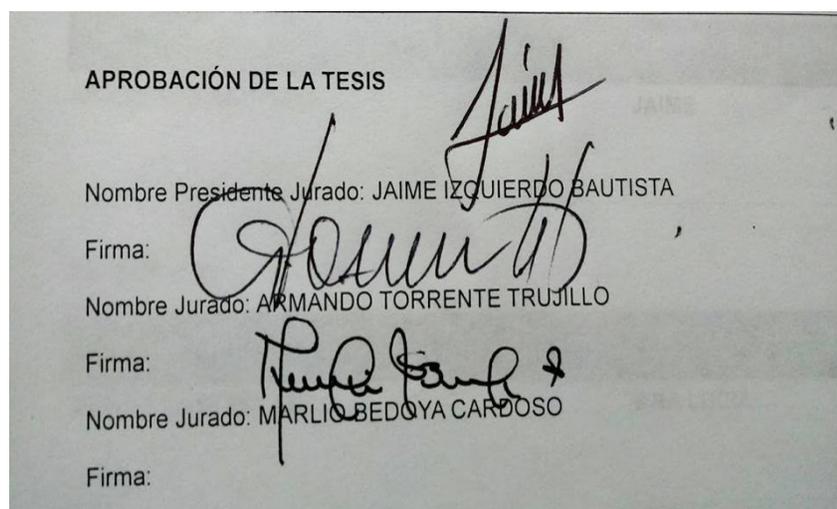
3 de 3

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

Water is a fundamental aspect in the lives of people, therefore, it is necessary to create and maintain strategies directed in their distribution to each person in the world. The management, infrastructure and access to safe water supply and quality, through adequate sanitation systems, improve the quality of life of the population, expand local economies and promote the creation of more dignified jobs and greater social inclusion.

Given the above, this work aims to evaluate the efficiency of five aqueduct systems in the rural areas of the department of Huila, through sanitary, hydraulic and structural diagnosis to determine the quality of the parameters of the water supply. The current status of the intake, adduction network, sand trap, conduction network, storage tank and distribution network, will be checked and the measurement parameters for drinking water will be determined (pH, chlorine, color, turbidity, temperature, total coliforms) and fecal and e-coli, by means of In Situ test and water samples in the laboratory.

APOBACON DE TESIS DE GRADO:



**DIAGNÓSTICO HIDRÁULICO Y SANITARIO EN CINCO SISTEMAS DE
ACUEDUCTOS VEREDALES DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Autores:

**Rubén Mauricio Gómez Guzmán
Código: 2006262836**

**Sergio David Sánchez Gutiérrez
Código: 2006262296**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA - USCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
Neiva, 2018.**

**DIAGNÓSTICO HIDRÁULICO Y SANITARIO EN CINCO SISTEMAS DE
ACUEDUCTOS VEREDALES DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Autores:

**Rubén Mauricio Gómez Guzmán
Código: 2006262836**

**Sergio David Sánchez Gutiérrez
Código: 2006262296**

Director:

MSc. Jaime Izquierdo Bautista

Codirectora:

Esp. Ana Lucia Muñoz Castelblanco

**Proyecto de Grado Presentado para Optar al Título de Ingeniero Agrícola
Área: Construcciones rurales**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA - USCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
Neiva, 2018.**

PÁGINA DE ACEPTACIÓN

DIRECTOR

JURADO

JURADO

Neiva, ____ de _____ de 201__

AGRADECIMIENTOS

En primera medida, agradecemos a nuestros padres por ser el pilar fundamental en todo lo que somos, en toda nuestra educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Agradecemos nuestro más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial nuestros asesores Jaime Izquierdo Bautista y Ana Lucía Muñoz Castelblanco por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido en la realización del presente estudio.

Extendemos también nuestro agradecimiento, a la Universidad Surcolombiana por brindarnos la enseñanza necesaria para lograr el objetivo en la formación como ingenieros agrícolas, y a todos nuestros compañeros que de una u otra manera contribuyeron en un granito de arena para nuestra realización tanto personal como profesional.

Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos de mi familia y amigos.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos, muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	11
2.	JUSTIFICACIÓN.....	12
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
4.	OBJETIVOS.....	16
	4.1 OBJETIVO GENERAL	16
	4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
5.	ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO.....	17
6.	MARCO DE REFERENCIA	18
	6.1 MARCO TEÓRICO	18
	6.1.1 Sistema de acueducto.....	18
	6.1.2 Tipos de plantas de tratamiento de agua potable.....	18
	6.1.3 Proceso de purificación del agua	21
	6.2 MARCO NORMATIVO.....	22
	6.3 CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
	6.3.1 Generalidades del Municipio de Aipe	29
	6.3.2 Generalidades del Municipio de Íquira	30
	6.3.3 Generalidades del Municipio de Gigante.....	31
	6.3.4 Generalidades del Municipio de Altamira	32
	6.3.5 Generalidades del Municipio de El Pital	32
7.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	34
	7.1 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	35
8.	RESULTADOS.....	36
	8.1 ACUEDUCTO VEREDA SAN DIEGO, MUNICIPIO DE AIPE	36
	8.1.1 Diagnóstico inicial.....	36
	8.1.2 Componentes de la PTAP	37
	8.1.3 Bocatoma	38
	8.1.4 Desarenador.....	38
	8.1.5 Aducción.....	38
	8.1.6 Operaciones en el proceso de potabilización	39
	8.1.7 Aforo.....	42
	8.1.8 Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua.	42
	8.1.9 Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano.	43
	8.1.10 Buenas prácticas sanitarias.....	45
	8.1.11 Índice de calidad del agua para consumo humano.	47

8.1.12 Consideraciones.....	48
8.2 ACUEDUCTO REGIONAL JUANCHO - CACHIMBO - EL RECREO, MUNICIPIO DE ÍQUIRA.....	48
8.2.1 Diagnóstico inicial.....	49
8.2.2 Componentes de la PTAP	49
8.2.3 Captación	50
8.2.4 Desarenador.....	50
8.2.5 Aducción.....	51
8.2.6 Operaciones en el proceso de potabilización	51
8.2.7 Aforo.....	55
8.2.8 Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua.	55
8.2.9 Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano.	56
8.2.10 Buenas prácticas sanitarias.....	57
8.2.11 Índice de calidad del agua para consumo humano.	59
8.2.12 Consideraciones.....	60
8.3 ACUEDUCTO DE LAS VEREDAS DE PUEBLO NUEVO - EL TENDIDO - EL RECREO, MUNICIPIO DE GIGANTE	61
8.3.1 Diagnóstico inicial.....	61
8.3.2 Componentes de la PTAP	62
8.3.3 Captación	63
8.3.4 Desarenador.....	63
8.3.5 Aducción.....	64
8.3.6 Operaciones en el proceso de potabilización	64
8.3.7 Aforo.....	67
8.3.8 Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua.	68
8.3.9 Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano.	69
8.3.10 Buenas prácticas sanitarias.....	70
8.3.11 Índice de calidad del agua para consumo humano.	72
8.3.12 Consideraciones.....	73
8.4 ACUEDUCTO RURAL MIRAGUAS, MUNICIPIO DE ALTAMIRA	74
8.4.1 Diagnóstico inicial.....	74
8.4.2 Componentes de la PTAP	75
8.4.3 Captación	75

8.4.4	Desarenador.....	76
8.4.5	Aducción.....	76
8.4.6	Operaciones en el proceso de potabilización	77
8.4.7	Aforo.....	79
8.4.8	Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua.	80
8.4.9	Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano.	80
8.4.10	Buenas prácticas sanitarias.....	82
8.4.11	Índice de calidad del agua para consumo humano.	84
8.4.12	Consideraciones.....	85
8.5	ACUEDUCTO RURAL MINAS, MUNICIPIO DE EL PITAL.....	86
8.5.1	Diagnóstico inicial.....	86
8.5.2	Componentes de la PTAP	87
8.5.3	Captación	87
8.5.4	Desarenador.....	88
8.5.5	Aducción.....	88
8.5.6	Operaciones en el proceso de potabilización	89
8.5.7	Aforo.....	92
8.5.8	Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua.	92
8.5.9	Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano.	93
8.5.10	Buenas prácticas sanitarias.....	94
8.5.11	Índice de calidad del agua para consumo humano.	96
8.5.12	Consideraciones.....	97
9.	CONCLUSIONES	99
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	103
	ANEXOS.....	106
	ANEXO 1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	106
	ANEXO 2. REGISTRO FOTOGRÁFICO.....	112

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. IRCA en algunos municipios del departamento del Huila	14
Tabla 2. Marco normativo de la investigación	22
Tabla 3. Características físicas del agua para consumo humano	25
Tabla 4. Características Químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana	26
Tabla 5. Características Químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana	27
Tabla 6. Características microbiológicas	27
Tabla 7. Puntaje de riesgo de la calidad del agua para consumo humano.	28
Tabla 8. Cobertura de agua potable - Vereda San Diego (Aipe)	29
Tabla 9. Cobertura de agua potable - Vereda Cachimbo (Íquira)	30
Tabla 10. Cobertura de agua potable - Vereda Pueblo Nuevo (Gigante)	31
Tabla 11. Cobertura de agua potable - Vereda Miraguas (Altamira)	32
Tabla 12. Cobertura de agua potable - Vereda Las Minas (El Pital)	33
Tabla 13. Generalidades del acueducto Vereda San Diego	36
Tabla 14. Detalles de válvulas	39
Tabla 15. Detalle de válvulas.	40
Tabla 16. Detalles de válvulas	41
Tabla 17. Detalles de válvulas	41
Tabla 18. Ensayos In Situ	42
Tabla 19. Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, Acueducto Vereda San Diego – Aipe	43
Tabla 20. Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano, Acueducto Vereda San Diego – Aipe.	43
Tabla 21. Buenas prácticas sanitarias (BPS) Acueducto Vereda San Diego – Aipe.	45
Tabla 22. Índice de calidad del agua para consumo humano, Acueducto Vereda San Diego – Aipe.	47
Tabla 23. Generalidades del acueducto Vereda Juancho, Cachimbo, El recreo - Íquira.	49
Tabla 24. Detalles de válvulas	52
Tabla 25. Detalles de válvulas	53
Tabla 26. Detalles de válvulas	54
Tabla 27. Detalles de válvulas	54
Tabla 28. Ensayos In Situ	54
Tabla 29. Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, Acueducto Regional Juancho - Cachimbo - El Recreo - Íquira	55
Tabla 30. Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano, Acueducto Regional Juancho - Cachimbo - El Recreo - Íquira	56
Tabla 31. Buenas prácticas sanitarias (BPS) Acueducto Regional Juancho - Cachimbo - El Recreo - Íquira.	57
Tabla 32. Índice de calidad del agua para consumo humano, Acueducto Regional Juancho - Cachimbo - El Recreo - Íquira	60
Tabla 33. Generalidades del acueducto Veredas Pueblo Nuevo, El Tendido, El Recreo, Municipio de Gigante.	61

Tabla 34. Detalles de válvulas.....	65
Tabla 35. Detalles de válvulas.....	66
Tabla 36. Detalles de válvulas.....	66
Tabla 37. Detalles de válvulas.....	67
Tabla 38. Ensayos In Situ.....	67
Tabla 39. Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, Acueducto regional Pueblo Nuevo - Gigante.	68
Tabla 40. Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano, Acueducto regional Pueblo Nuevo - Gigante.....	69
Tabla 41. Buenas prácticas sanitarias (BPS) Acueducto regional Pueblo Nuevo - Gigante.....	70
Tabla 42. Índice de calidad del agua para consumo humano, Acueducto regional Pueblo Nuevo - Gigante.	72
Tabla 43. Generalidades del acueducto rural Miraguas.	74
Tabla 44. Detalles de válvulas.....	77
Tabla 45. Detalles de válvulas.....	78
Tabla 46. Detalles de válvulas.....	78
Tabla 47. Detalles de válvulas.....	79
Tabla 48. Ensayos In Situ.....	79
Tabla 49. Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, Acueducto vereda Miraguas - Altamira.	80
Tabla 50. Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano, Acueducto vereda Miraguas – Altamira.....	81
Tabla 51. Buenas prácticas sanitarias (BPS) Acueducto vereda Miraguas – Altamira.	82
Tabla 52. Índice de calidad del agua para consumo humano, Acueducto vereda Miraguas – Altamira.....	84
Tabla 53. Generalidades del acueducto rural Minas.	86
Tabla 54. Detalles de válvulas.....	89
Tabla 55. Detalles de válvulas.....	90
Tabla 56. Detalles de válvulas.....	91
Tabla 57. Detalles de válvulas.....	91
Tabla 58. Ensayos In Situ.....	91
Tabla 59. Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, Acueducto vereda Las Minas del municipio de El Pital.....	92
Tabla 60. Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano, Acueducto vereda Las Minas del municipio de El Pital.	93
Tabla 61. Buenas prácticas sanitarias (BPS) Acueducto vereda Las Minas del municipio de El Pital.	94
Tabla 62. Índice de calidad del agua para consumo humano, Acueducto vereda Las Minas del municipio de El Pital.	97
Tabla 63. Cronograma de actividades.....	111

RESUMEN

El desarrollo social de las comunidades rurales del departamento del Huila depende en gran manera de la calidad de los programas de saneamiento básico rural. En la actualidad, la prestación del servicio de agua potable a las comunidades rurales, presenta deficiencias en materia de cobertura, calidad y continuidad del suministro. Por lo anterior, se evalúa la eficiencia en cinco sistemas de acueductos veredales del departamento del Huila, mediante diagnóstico sanitario e hidráulico; para determinar la calidad de los parámetros del suministro de agua potable. Como resultado de dicha evaluación, se estableció el cumplimiento de las normas sanitarias a los sistemas de suministros de agua para consumo humano, por medio de la Resolución 082 de 2009, (Ministerio de la Protección Social). A partir de ello, se elaboró una serie de recomendaciones dirigidas al personal encargado, a fin de potenciar y obtener mayor rendimiento y calidad en la prestación del servicio de suministro de agua potable teniendo en cuenta los resultados del diagnóstico

Palabras claves: Acueductos veredales, diagnóstico hidráulico, tratamiento de agua, potabilización de agua.

1. INTRODUCCIÓN

El agua es un aspecto fundamental en la vida de las personas, por ello, es necesario crear y mantener estrategias dirigidas en su distribución a cada una de las familias del mundo. El desarrollo sostenible y el acceso al recurso hídrico seguro y de calidad, por medio de mecanismos adecuados de saneamiento, permiten garantizar una mejor calidad de vida en las comunidades, extienden la economía regional y promueve el empleo a la población mediante la inclusión social (UNESCO, 2016). “El suministro básico de servicios adecuados de agua, saneamiento e higiene en el hogar y el lugar de trabajo favorece el desarrollo de una economía fuerte, ya que contribuye a mantener la salud y productividad de la población y la fuerza laboral”. (UNESCO, 2016, pág. 23)

“No obstante, en las sociedades desarrolladas, se calcula una producción de residuos entre 500 y 1.000 Kg de detritus por individuo, lo que eventualmente se filtra a través de la tierra y se encuentra finalmente con acuíferos, capas subterráneas que transportan el agua de la superficie terrestre, acuíferos de los cuales se extrae el agua de bebida” (Berdonces, 2008, pág. 69). Por lo anterior, es indispensable realizar un tratamiento adecuado al agua para potabilizarla, de no ser así, podría ocasionar grandes problemas epidémicos, por ello, y sin dejar de lado que cualquier tratamiento o alteración en el agua, puede referirse a una manipulación o contaminación, puede acarrear consigo, efectos nocivos en la salud de las personas que la consumen.

Dado lo anterior, el presente trabajo pretende evaluar la eficiencia en cinco sistemas de acueductos veredales del departamento del Huila, mediante diagnóstico sanitario e hidráulico; para determinar la calidad de los parámetros del suministro de agua potable. Se revisará el estado actual de la bocatoma, red de aducción, desarenador, red de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución y se determinarán los parámetros de medición para el agua potable (pH, cloro, color, turbiedad, temperatura, coliformes totales y fecales y E-coli), por medio de ensayo *In Situ* y muestras de agua en laboratorio. Posterior a ello, se establecerán unas recomendaciones sanitarias e hidráulicas de cada uno de los acueductos evaluados, con base en los resultados del diagnóstico.

2. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo social de las comunidades rurales del departamento del Huila depende en gran manera de la calidad de los programas de saneamiento básico rural, con mecanismos de participación comunitaria y administrativa directa de los servicios de acuerdo con los planes y programas de la dirección de agua potable y saneamiento básico del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o quien haga sus veces, y de acuerdo a los objetivos del gobierno departamental. Para lograr la eficiencia y calidad de dichos programas se requiere la recolección de información y evaluación del estado de los diversos componentes de los acueductos rurales (bocatoma, desarenador, red de aducción, planta de tratamiento de agua potable, tanque de almacenamiento y red de distribución) ya que por medio de estos se puede tener un claro panorama de las problemáticas y falencias que pueden tener los acueductos, para así, realizar un diagnóstico funcional, el cual contribuya al mejoramiento del servicio de acueducto y saneamiento básico para los habitantes del sector rural.

Este trabajo se ejecuta con el fin de evaluar la eficiencia en cinco sistemas de acueductos veredales del departamento del Huila, mediante diagnóstico sanitario e hidráulico; para determinar la calidad de los parámetros del suministro de agua potable. La evaluación de la eficiencia en estos acueductos permitirá establecer, si estos cumplen con normas sanitarias a los sistemas de suministros de agua para consumo humano, determinará cual es la eficacia y cobertura que presentan estos acueductos, para con ello elaborar una serie de recomendaciones a seguir para obtener un mayor rendimiento y calidad en la prestación del servicio de suministro de agua potable con base en el resultado del diagnóstico.

Con la evaluación a realizar se va a dar un mejor uso a todos los componentes y procesos, elaborar un manual de operaciones del acueducto; Diagnosticar falencias y daños a través de formularios, cálculos, pruebas químicas *In situ* y laboratorio, las cuales determinarán la calidad del suministro de agua potable a la comunidad.

Es importante resaltar la necesidad que hay en las veredas del departamento del Huila, de que se aumente la cobertura en el suministro de agua potable, además cubrir una demanda que no está totalmente satisfecha por los diferentes errores constructivos que tienen los acueductos, donde es prioridad que se esté tratando el agua cruda para el consumo de agua potable y disminuir las de origen hídrico.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A través del paso del tiempo, la disposición de un agua completamente natural es escasa, por ello, la sociedad ha optado por consumir productos embotellados que se ha ido extendiendo progresivamente debido a la poca fiabilidad que tiene la población sobre el líquido arrojado por el grifo. (Berdonces, 2008)

Berdonces (2008) menciona que los tratamientos del agua para potabilizarla, constituyen un proceso complejo como la cloración, siendo el más conocido, aunque también se añade flúor u ozono. Dichos procedimientos se llevan a cabo a través “de la filtración (algunos filtros usados de carbón activado pueden añadir sustancias más que eliminarlas), la cloración (induce 1 de cada 10 cánceres de vejiga), ozonización, fluoración (puede estimular las fracturas femeninas de cadera)” (Berdonces, 2008, pág. 69), entre otros.

Para garantizar un buen tratamiento del agua, los mecanismos de desinfección deben basarse en la aplicación desde la cuenca de captación al consumidor, de manera que permita reducir la contaminación del recurso hídrico o para minimizar su alteración a tal punto que no sean dañinos para la salud de las personas. Los métodos más utilizados se enfocan en la prevención o reducción de la entrada de patógenos a los recursos hídricos implementando operaciones que eliminan los patógenos del agua. (OMS, 2006)

En caso de no darse un tratamiento adecuado, los riesgos microbianos pueden derivarse al consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales. Dichos contaminantes pueden traer consigo una serie de patógenos como bacterias, virus, protozoos y helmintos. (OMS, 2006) Lo anterior demuestra la necesidad de tratar el agua de manera correcta, ya que, si se presenta el caso contrario, podría desencadenar importantes problemas epidémicos.

En términos generales, la calidad del agua para consumo humano es un factor que afecta directamente las condiciones de salud de las comunidades, sus parámetros pueden ser favorables en la prevención de enfermedades como; Eda, hepatitis A, polio y parasitosis por protozoarios y helmintos; entre estas, amebiasis, giardiasis, cryptosporidiasis y helmintiasis (Briñez, Guarnizo, & Arias, 2012). Otras de las enfermedades muy comunes causadas por el consumo de agua contaminada, es la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. “Se calcula que la contaminación del agua potable provoca más de 502 000 muertes por diarrea al año”. (OMS, 2017) Anexo a ello, cerca de 240 millones de personas han sido afectadas por esquistosomiasis, una enfermedad grave y crónica provocada por lombrices parasitarias contraídas por exposición a agua infestada. (OMS, 2017)

En el departamento del Huila, la calidad en el tratamiento del agua no es muy óptima, según los Índices de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano – IRCA. Los municipios que tiene un índice entre 80,1 y 100 % de IRCA están en mayor riesgo debido a que el agua es inviable sanitariamente. Los municipios que

están entre 14 y 35 % tienen un nivel de riesgo medio y se considera que el agua tampoco es apta para consumo humano, tal es el caso del departamento del Huila, en cuya capital, cuenta con un índice del 22,76 %. (El Tiempo, 2016)

Actualmente la prestación del servicio de agua a las comunidades rurales del departamento del Huila, presenta deficiencias en materia de cobertura, calidad y continuidad del suministro. Estas deficiencias se reflejan en los deteriorados y obsoletos componentes de los sistemas de acueductos, en el inadecuado manejo de los procesos de las plantas de tratamiento de agua potable y en las enfermedades gastrointestinales provenientes de agua no apta para consumo humano, siendo la población infantil y de la tercera edad las más vulnerables a ellas.

El Huila es uno de los departamentos con más alta tasa de incidencia de Hepatitis A, a causa de agua contaminada. Para el año 2014, se realizaron 2.018 muestras de agua en la zona rural durante 10 meses, cuyo IRCA fue de 58,411, reportando un riesgo alto en el agua para consumo humano. (MINSALUD, 2015)

En el departamento del Huila, el 67,30% de los municipios tiene un índice alto de riesgo en la calidad del agua, el 32,06% tiene un índice medio y, tan solo el 0,64% tiene un índice bajo en el riesgo (MINSALUD, 2015). En la tabla 1 se muestran los valores para algunos de los municipios (objeto del presente estudio) con altos índices de riesgo en el agua:

Tabla 1. IRCA en algunos municipios del departamento del Huila

IRCA en algunos municipios del departamento del Huila					
Municipio	Población rural	Muestras rurales	Meses reportados	IRCA Rural	Riesgo
Aipe	9.460	30	8	36,64	Riesgo Medio
Altamira	1.371	50	10	73,94	Riesgo Alto
El Pital	8.606	59	11	58,74	Riesgo Alto
Gigante	15.158	39	9	54,35	Riesgo Alto
Iquira	10.139	47	11	58,98	Riesgo Alto

Fuente: (MINSALUD, 2015)

“La diferencia entre prevenir o transmitir este tipo de enfermedades de origen hídrico depende de varios factores, los principales son: la calidad y la continuidad del servicio de suministro de agua” (Briñez, Guarnizo, & Arias, 2012, pág. 176). No obstante, los riesgos presentes en su tratamiento no pueden eliminarse en su totalidad, por ello, es indispensable realizar vigilancia y control en el tratamiento del agua para consumo humano, a fin de identificar falencias en sus procesos y establecer estrategias que mejoren las condiciones de potabilización del recurso, de esta manera, proporcionar beneficios salubres, minimizando la proliferación de enfermedades por agua mal tratada. (Briñez, Guarnizo, & Arias, 2012)

Las necesidades poblacionales en materia de agua potable, son muy importantes en términos de salud y desarrollo en los aspectos nacionales, regionales y locales. En algunos lugares del mundo, se ha demostrado que la inversión en sistemas de potabilización adecuada de agua y saneamiento, pueden ser benéficos tanto en la economía como en la salud, pues, se disminuyen así los riesgos de enfermedad de las personas y, así mismo, los costos de asistencia sanitaria. Lo anterior evidencia que las estrategias llevadas a cabo para mejorar los sistemas de tratamiento de agua, su acceso y calidad, favorecen principalmente a las comunidades rurales y urbanas, de escasos recursos. (OMS, 2006)

Partiendo de la problemática planteada, el presente estudio pretende evaluar el estado funcional de los acueductos visitados, mediante una inspección y posteriormente un diagnóstico el cual se entregará a la Junta administradora del acueducto en forma de un manual de operaciones, que definirá las características, el estado funcional de los componentes, fallas en el sistema y recomendaciones para mejorar la calidad del suministro de agua potable.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un diagnóstico hidráulico y sanitario en cinco sistemas de acueductos veredales del departamento del Huila.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar cinco acueductos rurales del departamento del Huila, ubicados en Norte, Centro, Sur, Oriente y Occidente.
- Diagnosticar mediante evaluación hidráulica de la funcionalidad de la bocatoma, red de aducción, desarenador, red de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución.
- Diagnosticar mediante evaluación sanitaria la eficiencia de todos los procesos que se realizan en la planta de tratamiento de agua potable.
- Determinar la calidad de los parámetros de medición para el agua potable (pH, cloro, color, turbiedad, temperatura, coliformes totales y fecales y E-coli), por medio de ensayo *In Situ* y muestras de agua en laboratorio.
- Elaborar recomendaciones sanitarias e hidráulicas de cada uno de los acueductos evaluados, con base en los resultados del diagnóstico.

5. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

El proyecto deberá evaluar la eficiencia en cinco sistemas de acueductos veredales del departamento del Huila, mediante un diagnóstico sanitario e hidráulico, los cuales se elaborarán con base en formularios, cálculos, pruebas químicas *In Situ* y laboratorio, que determinarán la calidad del suministro de agua potable a la comunidad beneficiaria del servicio. De igual manera una vez obtenidos y analizados los resultados de la evaluación, se entregarán recomendaciones que contribuirán en el mejoramiento de la calidad del suministro de agua potable a la comunidad, optimizando la eficiencia de las diversas operaciones y procesos realizados en los acueductos.

El proyecto no tiene como objetivo realizar charlas de sensibilización sobre uso eficiente y racional del agua, por tal motivo no se programan reuniones de socialización del proyecto con las comunidades.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1 MARCO TEÓRICO

A nivel histórico, la calidad y cantidad de agua suministrada a diferentes poblaciones ha significado diversos esfuerzos y preocupaciones de la sociedad para abastecer al mundo. Desde las antigüedades, las comunidades se abastecían por medio de acueductos inadecuados construidos para transportar el agua de fuentes lejanas. Dichos sistemas llevaban el agua a puntos centrales de abastecimiento, donde las personas debían ir para recolectar y llevar a sus hogares. (Benavides et., al., 2006)

Es fundamental recalcar que el agua, así sea obtenida de fuentes superficiales o subterráneas, debe ser tratada correctamente para su distribución a la población local. El transporte desde la fuente hasta el sistema de tratamiento puede realizarse a través de tuberías, acueductos y canales que cuando es tratada, se distribuye a conductos cerrados presurizados. “El término acueducto se refiere usualmente a conductos construidos de mampostería y hechos con la pendiente hidráulica. Tales estructuras son operadas a presión atmosférica y, a menos que la pendiente hidráulica disponible sea muy grande, tienden a ser mayores y más costosas que las tuberías operadas bajo presión”. (Benavides et., al., 2006, pág. 24)

6.1.1 Sistema de acueducto

Los sistemas de acueductos hacen referencia a la conducción del agua, no obstante, se refiere también a su tratamiento y conversión de agua cruda en agua potable. Su importancia radica en la potabilización y tratamiento del agua para aportar bienestar a las comunidades. (Morales, 2017)

Las condiciones mínimas que debe cumplir el agua son:

- Calidad estética: Libre de partículas, Color y turbiedad.
- Calidad físico-química: Temperatura agradable, libre de sustancias químicas nocivas para la salud, sin olores, sin sabores.
- Calidad microbiológica: Libre de organismos patógenos.

El acueducto también puede entenderse como un conjunto de instalaciones, equipos y personas necesarias para la potabilización y transporte del agua. (Morales, 2017, pág. 17)

6.1.2 Tipos de plantas de tratamiento de agua potable

- **Convencional**

Es un sistema integrado de tratamiento de potabilización de agua que utiliza todos los procesos; coagulación, floculación, sedimentación, clarificación, filtrado y desinfección. “Dependiendo de las características del agua podemos obtener un

sistema de filtración simple o doble el cual es recomendable cuando el agua tiene alto color o contenidos altos de hierro y manganeso”. (Díaz, 2017, pág. 23)

Cada sistema debe elaborarse a partir de los análisis de agua y trazabilidad que se realizan con un sistema modular que incorpora las etapas del tratamiento. Dichos sistemas deben contar con un recipiente con material de acero o fibra de vidrio, el cual debe contener lechos filtrantes para la arena, la grava, el carbón, entre otros. “Si el agua tiene alto contenido de hierro se requiere un tratamiento de oxidación previo hecho mediante torres de aireación o pre-cloración”. (Díaz, 2017, pág. 23)

Anexo a ello, se emplean diversas operaciones unitarias como la transferencia de iones, de sólidos, de gases y la transferencia molecular, con el fin de convertir el agua en apta para el consumo humano. (Polo & Navia, 2016)

Vargas (2004) establece que, para la transferencia de sólidos, se realiza el cribado, flotación y filtración explicados de la siguiente manera:

- ✓ Cribado o cernido: Consiste en hacer pasar el agua a través de rejillas o tamices, los cuales retienen los sólidos de tamaño mayor a la separación de las barras, como ramas, palos y toda clase de residuos sólidos.
- ✓ Sedimentación: Consiste en promover condiciones de reposo en el agua, para remover, mediante la fuerza gravitacional, las partículas en suspensión más densas. Este proceso se realiza en los desarenadores, pre-sedimentadores, sedimentadores y decantadores; en estos últimos, con el auxilio de la coagulación.
- ✓ Flotación: El objetivo de este proceso es promover condiciones de reposo, para que los sólidos cuya densidad es menor que la del agua asciendan a la superficie de la unidad de donde son retirados por desnatado.
- ✓ Filtración: Consiste en hacer pasar el agua a través de un medio poroso, normalmente de arena, en el cual actúan una serie de mecanismos de remoción cuya eficiencia depende de las características de la suspensión (agua más partículas) y del medio poroso. (pág. 121)

Por otro lado, Vargas (2004) expresa que, para la transferencia de iones, se realiza la coagulación, precipitación química, absorción e intercambio iónico, los cuales se desarrollan de la siguiente forma:

- ✓ Coagulación química: Consiste en adicionar al agua una sustancia que tiene propiedades coagulantes, la cual transfiere sus iones a la sustancia que se desea remover, lo que neutraliza la carga eléctrica de los coloides para favorecer la formación de flóculos de mayor tamaño y peso.
- ✓ Absorción: Consiste en la remoción de iones y moléculas presentes en la solución, concentrándolos en la superficie de un medio adsorbente, mediante la acción de las fuerzas de interfaz.
- ✓ Precipitación química: Consiste en adicionar al agua una sustancia química soluble cuyos iones reaccionan con los de la sustancia que se desea remover, formando un precipitado.

- ✓ Intercambio iónico: Consiste en un intercambio de iones entre la sustancia que desea remover y un medio sólido a través del cual se hace pasar el flujo de agua. (pág. 122)

La Transferencia de gases, por su parte, según Vargas (2004), se trata de alterar la concentración de un gas que está integrado en el agua, por medio de procesos de aireación, desinfección y recarbonatación, desarrollados de la siguiente manera:

- ✓ Aireación: Se efectúa mediante caídas de agua en escaleras, cascadas, chorros y también aplicando el gas a la masa de agua mediante aspersion o burbujeo.
- ✓ Desinfección: Consiste en la aplicación principalmente de gas cloro y ozono al agua tratada.
- ✓ Recarbonatación: Consiste en la aplicación de anhídrido carbónico para bajar el pH del agua, normalmente después del ablandamiento. (pág. 122)

Dado lo anterior, es posible afirmar que un sistema o planta de tratamiento, se encuentra constituido por procesos organizados con el fin de remover totalmente la contaminación microbiológica presente en el recurso hídrico en su estado crudo, y de manera parcial, los contaminantes físicos y químicos, de tal manera que permita cumplir los parámetros aceptables establecidos por la normatividad legal vigente.

- **No convencional**

Hace referencia a aquellos sistemas de tratamiento de potabilización del agua, resultado de grandes esfuerzos investigativos a fin de dar respuesta ante las situaciones presentadas en diversas comunidades en que la disponibilidad del recurso hídrico es limitada. De igual forma, pueden ser adaptados a cabeceras municipales que se encuentran expuestas a riesgos de desastres naturales. Lo anterior obliga a implementar sistemas diferentes al convencional que se caracterizan por las tecnologías importadas, patentes o de tipo compactas, según Vargas (2004).

- **Compacta**

Un sistema compacto se integra por etapas del tratamiento compuestas por los procesos necesarios para obtener agua potable. Se caracterizan por ocupar poco espacio y por su capacidad de ampliación para añadir bloques de filtración y clarificación. Su implementación puede ser llevada a cabo para aguas de pozo con alta profundidad y con grandes cantidades de color, hierro y manganeso, por otro lado, es muy eficiente en aguas provenientes de quebradas de montaña, con niveles de mediano a bajos en cuanto a los parámetros de sólidos en suspensión y color, dado que puedan presentar picos pasajeros de alta turbiedad y color cuando se presentan lluvias fuertes. (Díaz, 2017)

“De acuerdo con las características del agua a tratar, se incorpora procesos de preaireación y oxidación, arenas especiales para eliminar hierro y manganeso o posttratamiento con carbón activado cuando hay elementos orgánicos”. (Díaz, 2017, pág. 23)

6.1.3 Proceso de purificación del agua

El proceso de purificación del agua en un acueducto da inicio en su captación a través de una estructura llamada bocatoma, allí se realiza la captación del agua cruda, es decir, sin ningún tipo de tratamiento, posteriormente es transportada por medio de canales o tuberías hasta el desarenador, este tramo se conoce como Línea de aducción. (Morales, 2017)

Luego de ese proceso se llega al desarenador, una estructura de pretratamiento que retira arenas y material flotante del agua, la cual es transportada a la Planta de Tratamiento, en que se llevan a cabo procesos de floculación, coagulación y desinfección del agua teniendo como propósito principal, convertir el agua cruda en agua potable, a fin de que cumpla con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la normatividad del agua apta para consumo humano (Decreto 1575, 2007). “Finalmente, el agua es conducida (conducción) hasta tanques de almacenamiento, los cuales se consideran como un componente en la regulación y suministro de agua para su posterior distribución a la población”. (Morales, 2017, pág. 18)

Para el tratamiento principal de la purificación del agua, el Reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico- RAS, 2000, establece los siguientes procesos:

- ✓ **Aireación:** Dispositivo o equipo que permite transferir aire al agua.
- ✓ **Coagulación:** Aglutinación de las partículas suspendidas y coloidales presentes en el agua mediante la adición de coagulantes.
- ✓ **Floculación:** Aglutinación de partículas inducida por una agitación lenta de la suspensión coagulada.
- ✓ **Sedimentación:** Decantación Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua partículas floculadas se separan por gravedad, previa adición de químicos coagulantes.
- ✓ **Ablandamiento:** Remoción de la dureza (calcio y/o magnesio) del agua.
- ✓ **Filtración:** Proceso mediante el cual se remueve las partículas suspendidas y coloidales del agua al hacerlas pasar a través de un medio poroso
- ✓ **Adsorción:** Transferencia de una masa gaseosa, líquida o de material disuelto a la superficie de un sólido.
- ✓ **Desinfección:** Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.
- ✓ **Cloración:** Aplicación de cloro al agua, generalmente para desinfectar o para oxidar compuestos indeseables.
- ✓ **Cloro residual:** Concentración de cloro existente en cualquier punto del sistema de abastecimiento de agua, después de un tiempo de contacto determinado analizada en el cálculo de la acción de control por aplicar.

- ✓ **Número de Froude:** Relación entre las fuerzas inerciales y la fuerza de gravedad.

$$Fr = \frac{v^2}{(L \times g)}$$

Donde V es la velocidad, L es la longitud característica y g la constante de la gravedad.

- ✓ **Número de Reynolds:** Relación entre las fuerzas inerciales y las fuerzas de fricción.

$$Re = \frac{\rho \times V \times L}{\mu}$$

Donde ρ es densidad, V velocidad, L longitud característica y ^u viscosidad absoluta del agua.

6.2 MARCO NORMATIVO

Para garantizar un buen tratamiento del agua, los mecanismos de desinfección deben basarse en la aplicación desde la cuenca de captación al consumidor, de manera que permita reducir la contaminación del recurso hídrico o para minimizar su alteración a tal punto que no sean dañinos para la salud de las personas. Los métodos más utilizados se enfocan en la prevención o reducción de la entrada de patógenos a los recursos hídricos implementando operaciones que eliminan los patógenos del agua.

El presente trabajo pretende evaluar la eficiencia en cinco sistemas de acueductos veredales del departamento del Huila, mediante diagnóstico sanitario e hidráulico; para determinar la calidad de los parámetros del suministro de agua potable. Para ello, es fundamental conocer la normativa legal vigente en Colombia, en materia de tratamiento de agua para consumo humano, puesto que, en caso de no darse un tratamiento adecuado, los contaminantes pueden traer consigo una serie de patógenos como bacterias, virus, protozoos y helmintos. Para ello, se recogió un marco normativo de investigación expuesto en la tabla 2.

Tabla 2. Marco normativo de la investigación

Año	Documento	Entidad que emite	Descripción
1974	Ley 2811	El presidente de la república de Colombia	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Ambiente por el cual se busca usar racionalmente los recursos naturales renovables para su desarrollo sostenible.
1978	Decreto 1541	República de Colombia Ministerio de Agricultura	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.

Año	Documento	Entidad que emite	Descripción
1979	Ley 9		Por la cual se dictan Medidas Sanitarias. RAS – 2000. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Sección II. TÍTULO B Sistemas de Acueducto.
1991	Constitución Política de Colombia	Corte Constitucional. Consejo Superior de la Judicatura.	<p>Artículo 366. El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable.</p> <p>Artículo 367. La ley fijará las competencias y responsabilidades relativas a la prestación de los servicios públicos domiciliarios, su cobertura, calidad y financiación, y el régimen tarifario que tendrá en cuenta además de los criterios de costos, los de solidaridad y redistribución de ingresos. Los servicios públicos domiciliarios se prestarán directamente por cada municipio cuando las características técnicas y económicas del servicio y las conveniencias generales lo permitan y aconsejen, y los departamentos cumplirán funciones de apoyo y coordinación. La ley determinará las entidades competentes para fijar las tarifas.</p> <p>Artículo 370. Corresponde al Presidente de la República señalar, con sujeción a la ley, las políticas generales de administración y control de eficiencia de los servicios públicos domiciliarios y ejercer por medio de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, el control, la inspección y vigilancia de las entidades que los presten.</p>
1993	Ley 99	Congreso de la república de Colombia	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se organiza el SINA y da los primeros lineamientos para el uso eficiente y ahorro del agua.
1994	Ley 142	Congreso de la república de Colombia	Establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios (Acueducto, alcantarillado y demás).
1997	Ley 373	Congreso de la república de Colombia	Se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua y su Obligatoriedad en los planes ambientales y a los prestadores del servicio Acueducto.
2000	Decreto 302	El presidente de la república de Colombia	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios

Año	Documento	Entidad que emite	Descripción
			públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.
2000	Resolución 1096	Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico	Adopta el Reglamento Técnico del Sector De Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).
2001	Resolución No. CRA 150	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico	Definir consumos básicos y máximos en el servicio de acueducto.
2001	Ley 715	El Congreso de Colombia	Por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros.
2004	Decreto 155	El presidente de la república de Colombia	Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones.
2004	Resolución 240	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se definen las bases para el cálculo de la depreciación y se establece la tarifa mínima de la tasa por utilización de aguas.
2005	Decreto 4742	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se modifica el artículo 12 del Decreto 155 de 2004 mediante el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas.
2007	Decreto 1575	El presidente de la república de Colombia	Establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
2007	Resolución 2115	Ministerio protección social- Ministerio Ambiente y desarrollo territorial	Señala características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
2008	Circular Externa 2008100000 0074	Superintendencia de servicios públicos	Aplicación de la norma técnica de calidad del agua Decreto 1575 de 2007 y resoluciones complementarias.

Año	Documento	Entidad que emite	Descripción
2008	Resolución CRA 440	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico	Lineamiento para la excepción de las metas de cobertura en la macro y micro medición.
2009	Resolución 2320	Ministerio De Ambiente Vivienda Y Desarrollo Territorial	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución número 1096 de 2000 que adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS.
2010	Decreto 3930	El presidente de la república de Colombia	Se reglamente los usos del agua y residuos líquidos.

Fuente: autores, 2018, con base en la normativa anteriormente citada.

- **Características físicas y químicas del agua para consumo humano**

Tomando como base el estatuto establecido mediante la Resolución número 2115 DE 2007 (Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial), “por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano” (p.1).

Según el artículo 2 de la Resolución número 2115 DE 2007 (Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial), se establecen las características físicas del agua para consumo humano, el cual no debe sobre pasar los valores máximos aceptables. Tales características se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Características físicas del agua para consumo humano

Características físicas	Expresadas como	Valor Máximo aceptable
Color aparente	Unidades de platino cobalto	15
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelometricas de turbiedad (UNT)	2

Fuente: Resolución N° 2115. (2007). Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial.

En el artículo 4 de la Resolución N° 2115 (Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial), se establece el potencial de hidrógeno pH aceptable para el agua potable, este deberá estar comprendido entre 6,5 y 9,0. Por otro lado, en el artículo 5 de la Resolución N° 2115 (Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial), se evidencian los valores máximos aceptables en cuanto a las características químicas del agua para consumo humano, mostrados en la tabla 4.

Tabla 4. Características Químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Expresadas como	Valor Máximo aceptable (Mg/L)
Antimonio	Sb	0.02
Arsénico	As	0.01
Bario	Ba	0.7
Cadmio	Cd	0.003
Cianuro libre y disociable	CN ⁻	0.05
Cobre	Cu	1.0
Cromo total	Cr	0.05
Mercurio	Hg	0.001
Níquel	Ni	0.02
Plomo	Pb	0.01
Selenio	Se	0.01
Trihalometanos Totales	THMs	0.2
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	HAP	0.1

Fuente: Resolución N° 2115. (2007). Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial.

Por medio del artículo 6, la Resolución N° 2115 (Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial) establece las características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana, las cuales se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Características Químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Carbono orgánico total	COT	5,0
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1
Nitratos	NO ₃ ⁻	10
Fluoruros	F ⁻	1,0

Fuente: Resolución N° 2115. (2007). Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial.

- **Características microbiológicas del agua**

El artículo 11 de la Resolución N° 2115 (Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial), establece los valores máximos aceptables desde el punto de vista microbiológico, para el agua potable. Estos fueron establecidos con base los límites de confianza del 95% y para técnicas con habilidad de detección desde 1 Unidad Formadora de Colonia (UFC) o 1 microorganismo en 100 cm³ de muestra, evidentes en la tabla 6.

Tabla 6. Características microbiológicas

Técnicas utilizadas	Coliformes totales	<i>Escherichia coli</i>
Filtración por membrana	0 UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³
Enzima sustrato	<de 1 microorganismo en 100 cm ³	< de 1 microorganismo en 100 cm ³
Sustrato definido	0 microorganismo en 100 cm ³	0 microorganismo en 100 cm ³
Presencia- ausencia	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³

Fuente: Resolución N° 2115. (2007). Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial.

PARÁGRAFO 1. Como prueba complementaria se recomienda realizar la determinación de microorganismos mesofílicos, cuyo valor máximo aceptable será de 100 UFC en 100 cm³.

PARÁGRAFO 2. Ninguna muestra de agua para consumo humano debe contener E. coli en 100 cm³ de agua, independientemente del método de análisis utilizado.

PARÁGRAFO 3. El valor aceptable para Giardia es de cero (0) Quistes y para Cryptosporidium debe ser de cero (0) Ooquistes por volumen fijado según la metodología aplicada. (Resolución N° 2115, 2007) Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial.

- **Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano – IRCA.**

Para calcular el IRCA, el artículo 12 del Decreto 1575 de 2007, determina el puntaje de riesgo por medio de la siguiente tabla, respecto a cada característica química, física y microbiológica, teniendo en cuenta los valores aceptables establecidos en la Resolución N° 2115 (Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial). El Puntaje de riesgo de la calidad del agua para consumo humano se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Puntaje de riesgo de la calidad del agua para consumo humano.

Característica	Puntaje de riesgo
Color aparente	6
Turbiedad	15
pH	1.5
Cloro Residual Libre	15
Alcalinidad Total	1
Calcio	1
Fosfatos	1
Manganeso	1
Molibdeno	1
Magnesio	1
Zinc	1
Dureza Total	1
Sulfatos	1
Hierro total	1.5
Cloruros	1
Nitratos	1
Nitritos	3
Aluminio (Al ³⁺)	3
Fluoruros	1

Característica	Puntaje de riesgo
COT	3
Coliformes Totales	15
<i>Escherichia Coli</i>	25
Sumatoria de puntajes asignados	100

Fuente: Resolución N° 2115. (2007). Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial.

6.3 CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

Los diagnósticos se realizarán en los acueductos de las siguientes veredas del departamento del Huila: San Diego del Municipio de Aipe, Vereda Cachimbo del Municipio de Íquira, Vereda Pueblo Nuevo del Municipio de Gigante, Vereda Miraguas del Municipio de Altamira y Vereda Las Minas del Municipio de El Pital.

6.3.1 Generalidades del Municipio de Aipe

El municipio de Aipe limita al norte y occidente con el departamento del Tolima (Municipios de Natagaima, Ataco y Planadas), al oriente con el río Magdalena (Municipio de Villavieja y Tello), y al sur con el Municipio de Neiva. Tiene una superficie de 801.04 km² la cual corresponde al 3.8% del total del área del departamento. (Mazabel, Alvarez, Charry, & Valencia, 2013, pág. 16)

Vereda San Diego:

- 16 viviendas
- 67 habitantes

Tabla 8. Cobertura de agua potable - Vereda San Diego (Aipe)

Cobertura de Abastecimiento de Agua								
	MUNICIPIO ▲	VEREDA ▲	ENTE PRESTADOR ▲	VIVIENDAS ▲	POBLACIÓN ▲	SUSCRIPTORES ▲	POBLACIÓN ATENDIDA ▲	COBERTURA ▲
1	AIPE	San Diego	Acueducto Rural San Diego	16	67	15	63	94,03%
				16	67	15	63	94.03%

Fuente: Aguas del Huila. (Consultado en 2018). DSR Sistema de Información del Diagnóstico Sanitario Rural. Obtenido de Sitio web Aguas del Huila.

Acueducto Rural San Diego:

- Tipo de material con la que se construyó la PTAP: Concreto
- Operaciones unitarias que hacen parte del proceso de la PTAP: Coagulación, Floculación, Desinfección, Sedimentación y Filtración. (Aguas del Huila, Consultado en 2018)

6.3.2 Generalidades del Municipio de Íquira

El municipio de Íquira está localizado en la parte occidental del departamento del Huila sobre las estribaciones del volcán nevado del Huila. "Limita al norte con el municipio de Teruel, al sur con el municipio de Tesalia, al oriente con los municipios de Teruel y Yaguará y al occidente con Nátaga y el departamento del Cauca". (Alcaldía de Íquira, 2015)

Vereda Cachimbo

- 50 viviendas
- 189 habitantes

Tabla 9. Cobertura de agua potable - Vereda Cachimbo (Íquira)

Cobertura de Abastecimiento de Agua

	MUNICIPIO ▲	VEREDA ▲	ENTE PRESTADOR ▲	VIVIENDAS ▲	POBLACIÓN ▲	SUSCRIPTORES ▲	POBLACIÓN ATENDIDA ▲	COBERTURA ▲
1	IQUIRA	Cachimbo	La Junta Administradora del Acueducto de las Veredas Juancho - Cachimbo - El Recreo del Municipio de Iquira (Acueducto Regional Juancho - Cachimbo - El Recreo)	50	189	40	151	79,89%

Fuente: Aguas del Huila. (Consultado en 2018). DSR Sistema de Información del Diagnóstico Sanitario Rural. Obtenido de Sitio web Aguas del Huila.

Acueducto Regional Juancho - Cachimbo - El Recreo.

- Tipo de captación por gravedad existente: Bocatoma de fondo
- Captación tiene rejilla metálica para cribado: Si
- Tipo de captación por bombeo existente: De fuente superficial
- Desarenador en el sistema: Si
- Tipo de material con la que se construyó la PTAP: Metálica o lámina

- Tipo de tratamiento de la PTAP de acuerdo con la descripción de las operaciones unitarias del proceso: Filtración directa. (Aguas del Huila, Consultado en 2018)

6.3.3 Generalidades del Municipio de Gigante

El municipio de Gigante, se localiza en la parte centro oriental del departamento del Huila, entre el cerro Matambo, margen izquierdo aguas abajo del Río Magdalena y la cordillera oriental, a una distancia de 84 Km de la ciudad de Neiva. El territorio municipal se extiende desde el valle del Río Magdalena hasta la cumbre del cerro Matambo por el Occidente, y hasta la cima de la Cordillera Oriental por el Oriente en límites con el departamento del Caquetá en el Cerro de Miraflores; y desde la Quebrada Las Vueltas por el norte en límites con el Municipio de Hobo hasta el Río Loro por el Sur en límites con el Municipio de Garzón. (Angarita, Mazabel, Luna, García, & Bermudez, 2014, pág. 16)

Vereda Pueblo Nuevo

- 167 viviendas
- 721 habitantes. (Aguas del Huila, Consultado en 2018)

Tabla 10. Cobertura de agua potable - Vereda Pueblo Nuevo (Gigante)

Cobertura de Abastecimiento de Agua

	MUNICIPIO ▲	VEREDA ▲	ENTE PRESTADOR ▲	VIVIENDAS ▲	POBLACIÓN ▲	SUSCRIPTORES ▲	POBLACIÓN ATENDIDA ▲	COBERTURA ▲
1	GIGANTE	Pueblo Nuevo	Junta Administradora del Acueducto de las Veredas de Pueblo Nuevo - El Tendido - El Recreo	167	721	167	721	100,00%

Fuente: Aguas del Huila. (Consultado en 2018). DSR Sistema de Información del Diagnóstico Sanitario Rural. Obtenido de Sitio web Aguas del Huila.

Acueducto de las Veredas de Pueblo Nuevo - El Tendido - El Recreo

- Tipo de captación por gravedad existente: Bocatoma de fondo
- Captación tiene rejilla metálica para cribado: No
- Tipo de captación por bombeo existente: De fuente superficial
- Desarenador en el sistema: Si
- Tipo de material con la que se construyó la PTAP: Metálica o lámina
- Tipo de tratamiento de la PTAP de acuerdo con la descripción de las operaciones unitarias del proceso: Filtración directa. (Aguas del Huila, Consultado en 2018)

6.3.4 Generalidades del Municipio de Altamira

Altamira o también llamado Boquerón es un municipio situado en el departamento del Huila, Colombia. Pertenece a la región andina. Limita por el sur con el Municipio de Timaná en el sitio Pericongo por la zanja del Diablo en sentido oriental hasta encontrar la quebrada La Singa, y por su cauce hasta el Rio Suaza. (Lizcano et al., 2014, pág. 15)

Vereda Miraguas

- 50 viviendas
- 213 habitantes

Tabla 11. Cobertura de agua potable - Vereda Miraguas (Altamira)

Cobertura de Abastecimiento de Agua

	MUNICIPIO	VEREDA	ENTE PRESTADOR	VIVIENDAS	POBLACIÓN	SUSCRIPTORES	POBLACIÓN ATENDIDA	COBERTURA
1	ALTAMIRA	Miraguas	Junta Administradora del Servicio de Acueducto de La Vereda Miraguas Minas (Acueducto Rural Minas Miraguas)	50	213	44	187	87,79%

Fuente: Aguas del Huila. (Consultado en 2018). DSR Sistema de Información del Diagnóstico Sanitario Rural. Obtenido de Sitio web Aguas del Huila.

Acueducto Rural Miraguas

- Tipo de captación por gravedad existente: Bocatoma de fondo
- Captación tiene rejilla metálica para cribado: Si
- Tipo de captación por bombeo existente: De fuente superficial
- Desarenador en el sistema: Si
- Tipo de material con la que se construyó la PTAP: Metálica o lámina
- Tipo de tratamiento de la PTAP de acuerdo con la descripción de las operaciones unitarias del proceso: Filtración directa. (Aguas del Huila, Consultado en 2018)

6.3.5 Generalidades del Municipio de El Pital

El Pital se encuentra ubicado en la parte sur occidental del departamento del Huila en el país de Colombia, sobre el ramal de la cordillera Occidental hasta la fosa del río Magdalena. Limita al norte con los municipios de Paicol y La Plata, al occidente con el municipio de La Plata, al oriente con el municipio de Agrado, al sur con Tarqui y al suroccidente con La Argentina.

Vereda Las Minas

- 104 viviendas
- 359 habitantes

Tabla 12. Cobertura de agua potable - Vereda Las Minas (El Pital)

Cobertura de Abastecimiento de Agua

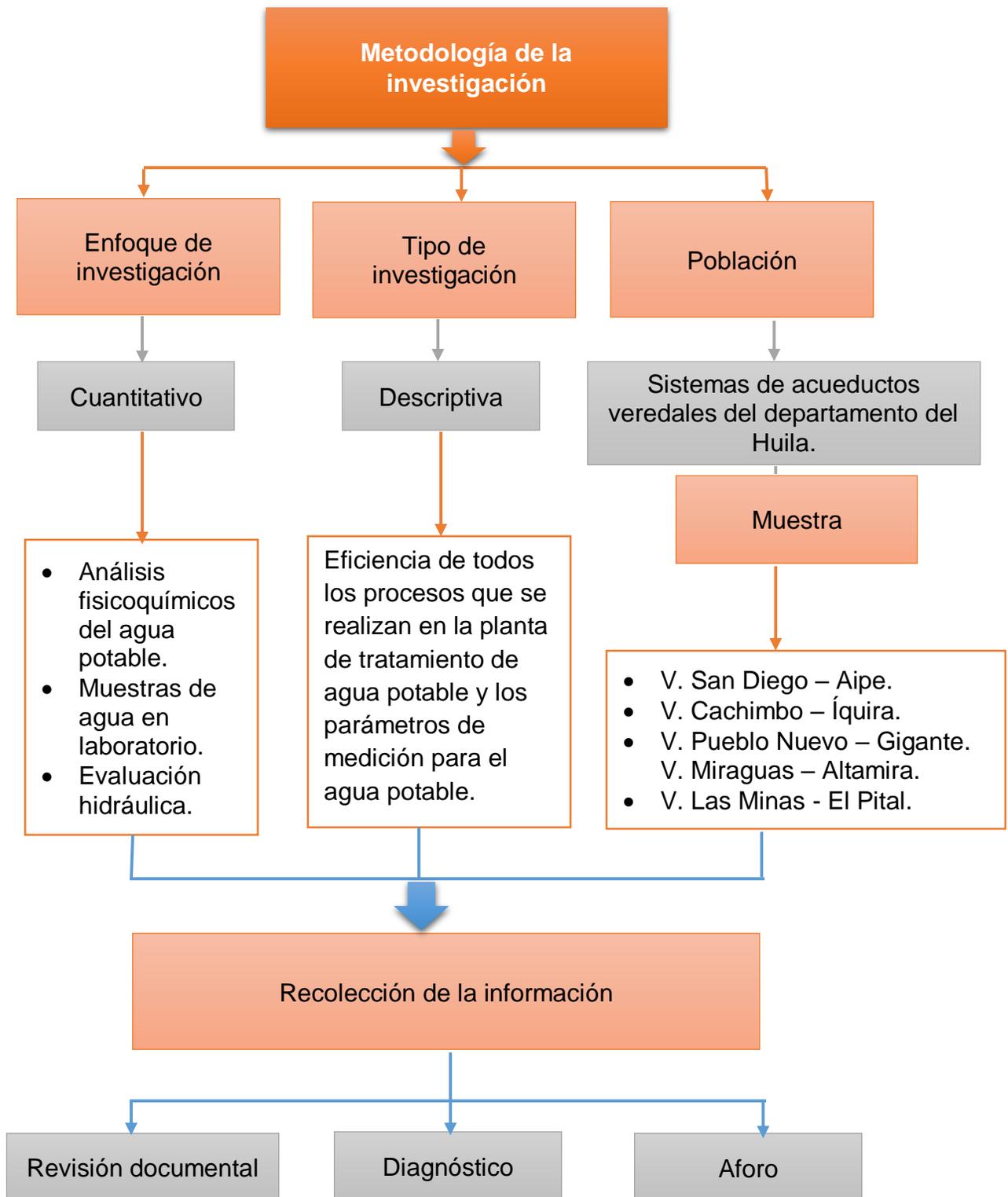
	MUNICIPIO ▲	VEREDA ▲	ENTE PRESTADOR ▲	VIVIENDAS ▲	POBLACIÓN ▲	SUSCRIPTORES ▲	POBLACIÓN ATENDIDA ▲	COBERTURA ▲
1	PITAL	Las Minas	Junta Administradora de Acueducto Manantial de las Veredas San Miguel y Las Minas (Acueducto Regional El Manantial)	104	359	81	279	77,72%

Fuente: Aguas del Huila. (Consultado en 2018). DSR Sistema de Información del Diagnóstico Sanitario Rural. Obtenido de Sitio web Aguas del Huila.

Acueducto Las Minas

- Tipo de captación por gravedad existente: Bocatoma de fondo
- Captación tiene rejilla metálica para cribado: Si
- Tipo de captación por bombeo existente: De fuente superficial
- Desarenador en el sistema: Si
- Tipo de material con la que se construyó la PTAP: Metálica o lámina
- Tipo de tratamiento de la PTAP de acuerdo con la descripción de las operaciones unitarias del proceso: Filtración directa. (Aguas del Huila, Consultado en 2018)

7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN



Fuente: autores, 2018.

Para mayor información ver Anexo 1.

7.1 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Fase Metodológica 1: Recolección de la documentación bibliográfica se realizó mediante la consulta de artículos, tesis, publicaciones de internet e igualmente de consultas a especialistas en la materia para elaborar los diagnósticos de manera clara, objetiva y ante todo eficiente, en aras de mejorar la eficiencia y la calidad del servicio de agua.

Los acueductos a evaluar fueron seleccionados teniendo como criterios el número de usuarios en cada uno, el interés y diligencia de los representantes de las juntas administradoras en desarrollar los diagnósticos y la distribución geográfica en el departamento del Huila.

Fase Metodológica 2: Con base en los parámetros de calidad sanitarios establecidos en la resolución 000082 del 2009 (Ministerio de la Protección Social). la cual establece formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano, se realizó una evaluación a las plantas de tratamientos de agua potable (PTAP), para determinar las condiciones de la planta, procesos (coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección) operaciones, capacidades laborales y calidad del suministro del agua.(Romero. 2008).

Fase Metodológica 3: Se realizó el análisis e interpretación de las características fisicoquímicas del agua, mediante pruebas *in situ* para determinar el pH y el cloro. Las propiedades microbiológicas se determinaron por medio de la recolección de una muestra puntual de agua en el hogar de un usuario por acueducto, las cuales posteriormente fueron evaluadas en el laboratorio AGUALIMSU S.A.S, a través de los parámetros de evaluación del agua potable, según la resolución 2115 del 2007 (Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial) (Color aparente, PH, Turbiedad, Cloro residual, Coliformes Totales y Fecales y *Escherichia coli - E-coli*). (Vargas, L. d. (2004)).

Fase Metodológica 4: Para establecer un diagnóstico veraz del estado y funcionamiento del acueducto, se realizó un recorrido minucioso llevado a cabo por Georeferenciación con GPS en cada una de las diversas estructuras y accesorios que componen los sistema de captación, conducción y distribución (microcuenca, captación, aducción, obras de conducción, planta de tratamiento, tanques de almacenamiento, conexiones domiciliarias , micromedición y macromedición), con lo cual se determinó el estado, la funcionalidad y la eficiencia de los mismos mediante los resultados obtenidos en los parámetros IRCA, IRABA y BPS (Resolución 000082 del 2009, Ministerio de la Protección Social)

Fase Metodológica 5: Se realizó el procesamiento, análisis e interpretación de la información obtenida en las fases anteriores mediante los parámetros IRCA, IRABA y BPS (Resolución 000082 del 2009, Ministerio de la Protección Social)

Fase Metodológica 6: Elaboración y presentación del documento final.

8. RESULTADOS

8.1 ACUEDUCTO VEREDA SAN DIEGO, MUNICIPIO DE AIPE

El acueducto proveniente de la quebrada San Diego, cubre en su totalidad las veredas- san diego del municipio de Aipe y beneficia un total de 52 habitantes. Capta las aguas de las quebradas San Diego, funciona por gravedad y su sistema de captación es por bocatoma de fondo. Este acueducto es entregado para su funcionamiento en el año 2009 y desde el año 2013 la planta de tratamiento (PTAP) dejo de funcionar por falta de recursos económicos, el suministro de agua a la comunidad se presta las 24 horas al día por sistema bypass. Las generalidades en cuanto a fuente de captación, captación, distribución, presencia de PTAP, cantidad y tipo, se presentan en la tabla 13.

Tabla 13. Generalidades del acueducto Vereda San Diego.

PRESTACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	
Fuente de captación	Quebrada san diego
Captación	Bocatoma de fondo
Distribución	Gravedad
Tiene PTAP	Si
Cantidad	1
Tipo	Minipack 3

Fuente: Autores, 2018. Información tomada en terreno.

El tanque de almacenamiento y distribución final está localizado en la vereda San Diego a 3 metros de distancia a la caseta de operaciones de la PTAP, sus dimensiones son 3.94 *3.94* 1.4 m brindando una capacidad de almacenamiento de 21.7m³. El 70% de la población tienen instalados en sus hogares micromedidores para el control del servicio y regulan un consumo básico de \$5000 pesos mensuales por usuario. La planta no cuenta con macromedidores para determinar el caudal de ingreso y/o caudal de salida. No cuenta con estructura de laboratorio los equipos utilizados para el control de la calidad del agua distribuida es el kit analizador. La estructura cuenta con cerramiento.

8.1.1 Diagnóstico inicial

El acueducto de la vereda San Diego del municipio de Aipe, departamento del Huila capta las aguas de la quebrada san diego, a través de una bocatoma tipo represa. Está construida por un dique de represamiento en concreto, cuyas dimensiones son: 1,60 m de largo x 0,40 de alto y grosor de 0,14 m. No presenta fisuras, agrietamientos o inestabilidad por volcamiento; sin embargo, debido al bajo mantenimiento preventivo que se realiza a la estructura y al casi nulo flujo de agua de la quebrada, las hojas que caen sobre esta, se descomponen y adhieren a la

pared interior del dique, generando así, un biodeterioro del concreto, evidenciado en proliferación de moho.

El dique, está compuesto por una tubería de salida en PVC de 1" en RDE 21, con longitud de 1,10 m; la cual, posteriormente, cambia de material de fabricación a PEAD, en una longitud de 7,80 m, hasta llegar a una cámara recolectora con capacidad de almacenamiento de 3435 Litros. De la cámara recolectora, sale una tubería de 2" en PVC, conduciendo las aguas aproximadamente 366 m, hasta llegar al desarenador. Esta se encuentra enterrada en toda su trayectoria. Se observó que la tubería no presenta fugas que generen pérdidas de agua o presión.

8.1.2 Componentes de la PTAP

El acueducto cuenta con una PTAP (Minipack 3), actualmente el agua cruda no se encuentra siendo tratada, debido al poco caudal, el alto costo del consumo básico y su estructura presenta mal estado en los dosificadores del sistema de coagulación, el agua está pasando directamente al tanque de almacenamiento por sistema bypass. Se construyó con fibra de vidrio y el tratamiento es filtración directa.

La PTAP no está en funcionamiento, pero la descripción del proceso es la siguiente:

No posee sistema de oxidación, el agua cruda llega a la planta por una tubería de 2" Pulgadas pasando por el dosificador solido por desgaste abrasivo utilizado para la adición de coagulante de Sulfato de Aluminio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, causando que los sólidos suspendidos se adhieran y formen floculo de mayor peso y tamaño para que sean retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente, luego por rebose se reparte a 2 filtros de flujo descendente haciendo que el agua nuevamente retenga partículas que pasaron por el primer filtro, estas unidades no presenta corto circuito hidráulico, además posee dispositivo de descarga de lodos por medio de válvulas con tubería de 2" de diámetro. El sistema de funcionamiento es cerrado de flujo confinado a presión, el tipo de material del lecho filtrante es antracita, arena, grava y gravilla. Seguidamente pasa al nivel de desinfección realizado por el cloro granulado es mezclado en un tanque de 250 litros y posteriormente es dosificado en la tubería de transporte al tanque de almacenamiento por un dosificador de solución de carga constante.

Tanque de almacenamiento: Estructura en concreto de medidas (b*a*h) (3.94*3.94*1.4) m, su capacidad de almacenamiento es de 21.7 metros cúbicos de agua, cuenta con tres conos de ventilación de 3", su tiempo de llenado es de 150 horas El lavado de tanque se realiza cada 30 días.

Caseta de operación: No tiene baños, no tiene bodega para el almacenamiento de químicos, no tiene el área adecuada para llevar acabo los procesos de análisis de laboratorio, no tiene cerramiento.

Bodega: no cuenta con estibas y se entra el agua cuando llueve y por lo tanto se mojan algunos químicos, el espacio es mínimo ya que el tanque en plástico de 250 litros para el proceso de desinfección ocupa todo el lugar.

Laboratorio: cuenta con equipo para hacer medición de pH y Cloro residual libre mediante un equipo denominado Kit analizador, no tiene equipo para color aparente, pruebas de jarras ni turbiedad.

Operario o fontanero: no cuenta con elementos de protección personal para la operación de la PTAP, además no está certificado por competencias laborales del SENA, no tienen implementado ni documentado un programa de lavado y mantenimiento de la PTAP.

8.1.3 Bocatoma

La estructura no cuenta con macromedidores para determinar el caudal de ingreso y/o caudal de salida. El método que se utilizó para determinar el caudal, fue aforo volumétrico el cual, consta de utilizar un recipiente con un volumen ya establecido y determinar el tiempo en que tarda en llenarse en su totalidad. La prueba se realizó en la tubería que ingresa a la cámara recolectora, proveniente de la bocatoma, donde se utilizó un balde con capacidad de 4 Litros, el cual se llenó en un tiempo promedio de 98 segundos. Esto determina un caudal de 0,04 Lt/sg.

$$Q = \frac{\text{volumen}}{\text{tiempo}} = \frac{4 \text{ Litros}}{98 \text{ segundos}} = 0,04 \text{ lit/sg}$$

8.1.4 Desarenador

Estructura en concreto de tipo convencional, ubicada en las coordenadas: 3.34615, -75.36090, con una altitud aproximada de 966 msnm. Sus dimensiones externas son: 1 m x 3,26 m x 1,20 m, con grosor de pared de 0,15 m y perímetro de 8,52 m. En términos generales, se encuentra en buen estado estructural, teniendo en cuenta que no presenta fisuras ni agrietamientos y las válvulas de drenaje y del sistema By-pass, se encuentran en perfecto estado; sin embargo, actualmente no está en funcionamiento, debido a que, el bajo caudal proveniente de la bocatoma, no permite que la estructura en su cámara de recepción cumpla la función de decantar arenas. Por tal motivo, el agua ingresa directamente al tanque de almacenamiento a través del sistema By-pass.

Del desarenador sale un sistema de aducción, en tubería de PVC de 2", con una longitud total de 2 m hasta la planta de tratamiento.

8.1.5 Aducción

La Aducción para el acueducto de la vereda San Diego, inicia desde la bocatoma hasta la cámara recolectora, donde sale una tubería en PVC de 1", RDE 21, con

una longitud total de 1,10 m; la cual, posteriormente, cambia de material de fabricación a PEAD, en una longitud de 7,80 m, hasta llegar a la estructura. La tubería se encuentra expuesta sobre el terreno. Posteriormente, de la cámara recolectora sale un segundo tramo del sistema de aducción, que concluye en el desarenador. Este se compone de una tubería en PVC de 2" en RDE 21, con una longitud total aproximada de 366 m, los cuales están enterrados en toda su trayectoria. Se observó que la tubería no presenta fugas que generen pérdidas de agua o presión y en su trazado solo existe una válvula desaireadora. Todo el sistema de aducción no posee cámaras de quiebre y válvulas de purga.

8.1.6 Operaciones en el proceso de potabilización

8.1.6.1 Coagulación

Sustancia: Sulfato de aluminio en pastillas.

Dosificador: Solido por desgaste abrasivo.

Estado: Regular.

Posee sistema de oxidación y mal estado de la estructura, estas se mueven con facilidad, sin embargo, el proceso es el siguiente; el agua cruda entra a la planta por una tubería de 2" Pulgadas pasando por el dosificador solido por desgaste abrasivo, utilizado para la adición de coagulante de Sulfato de Aluminio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, causando que los sólidos suspendidos se adhieran y formen floculos de mayor peso y tamaño para que sean retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente. Posee 1 válvula de 1/2", cuyo funcionamiento da apertura al paso del agua con el agente coagulante (ver tabla 14).

Tabla 14. Detalles de válvulas.

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
1	1/2"	1	Apertura del paso del Agua con el agente coagulante

Fuente: Autores, 2018.

8.1.6.2 Floculación

Tipo de filtración: Flujo vertical

Estado: Aceptable

La planta incluye una estructura de entrada que recibe el agua en una cámara separadora tipo hidrocyclon de forma cónica, donde por la velocidad del agua se genera turbulencia en una cámara tronco piramidal inferior, que dispone de su

drenaje manual. La entrada del agua al hidrociclón ha recibido la adición de sulfato de aluminio para efectuar la floculación por adsorción.

8.1.6.3 Sedimentación

No posee estructura de sedimentación.

8.1.6.4 Filtración

Tipo de filtración: Filtración rápida directa propiamente dicha (sin sedimentación).

Estado: Aceptable

Actualmente esta estructura no está en funcionamiento, sin embargo, el proceso de filtración es el siguiente: Una vez se forman floculos de gran peso y tamaños, estos son retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente, luego por rebose se reparte a 2 filtros de flujo descendente, haciendo que el agua nuevamente retenga partículas que pasaron por el primer filtro, en estas unidades no presentan fugas, además posee dispositivo de descarga de lodos por medio de válvulas. Contiene 4 válvulas de 2" cuyo funcionamiento se describe en la tabla 15. El sistema de funcionamiento es cerrado de flujo confinado a presión. El tipo de material del lecho filtrante es antracita, arena, grava y gravilla.

Tabla 15. Detalle de válvulas.

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
1	2"	3	Ingreso del agua al sistema de filtración de flujo ascendente
2 3 4	2"	1	Salida del agua filtrada de la PTAP al tanque de almacenamiento

Fuente: Autores, 2018.

8.1.6.5 Desinfección

Sustancia: Hipoclorito sólido en pastillas

Dosificador: Solución por gravedad de carga constante

Estado: Bueno

Actualmente esta estructura no está en funcionamiento, sin embargo, el proceso de desinfección es el siguiente: El sistema de desinfección se da por medio de un tanque de 250 litros en el cual se adiciona Hipoclorito de Calcio en pastillas para que sean disueltas por carga constante y es conducido al tanque de

almacenamiento. Contiene 1 válvula de 1/2" cuyo funcionamiento se describe en la tabla 16.

Tabla 16. Detalles de válvulas

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
1	1/2"	1	Dosificación del cloro a la tubería de conducción del agua filtrada al tanque de almacenamiento

Fuente: Autores, 2018.

8.8.6.6 Tanque de almacenamiento

Capacidad: 21.7 m³.

El tanque de almacenamiento se encuentra construido en concreto reforzado, no presenta fugas ni agrietamientos, cuenta con sus respectivos conos de ventilación en tubería de 2", la cajilla de inspección no cuenta con su respectivo candado y cadena de seguridad, el proceso de limpieza y desinfección se realiza cada 30 días. Las dimensiones del tanque son de 3.94*, 3.94 * 1.4 Metros con espesor de 0.25 m lo que genera una capacidad máxima de almacenamiento de 21.7m³. Contiene 2 válvulas de 2" y 1/2" cuyo funcionamiento se describe en la tabla 17. Los resultados del ensayo *In Situ*, se evidencian en la tabla 18. En términos generales al tanque de almacenamiento presenta buenas condiciones de operatividad para prestar un eficiente servicio en el acueducto.

Tabla 17. Detalles de válvulas

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
1	2"	1	Válvula de ingreso del agua de la PTAP al tanque
2	1 1/2"	1	Válvula de salida del agua del tanque a la red de distribución

Fuente: Autores, 2018.

Tabla 18. Ensayos *In Situ*

ENSAYOS <i>IN SITU</i>		
pH	8.2	admisible
Parámetro admisible (6,0 – 8,5)		
Cloro residual	0	Inadmisible
Parámetro admisible (0,3 – 2,0) mg/L		

Fuente: Autores, 2018.

El parámetro de pH es de 8.2, de lo cual se concluye que el agua presenta un nivel alto según la Norma 1552 de 2008 básica o alcalina, por lo tanto, requiere corrección en el potencial de Hidrogeno.

8.1.7 Aforo

Caudal de diseño: 3 lit/sg

Caudal actual: 0.04 lit/seg

Aforo realizado en el ingreso de la cámara colectora, seguida de la bocatoma.

La estructura no cuenta con macromedidores para determinar el caudal de ingreso y/o caudal de salida, el método que se utilizó para determinar el caudal fue aforo volumétrico el cual consta de utilizar un recipiente con un volumen ya establecido y determinar el tiempo en que se tarda en llenarse, para lo cual se utilizó un balde de capacidad de 10 litros, alcanzando 7.2 litros durante 3 minutos, lo que determina un caudal de 2.4Lt/min. La prueba se realizó en la tubería de conducción que llega al tanque de almacenamiento de diámetro de 3". Este aforo, por ser volumétrico se realizó cinco veces y su promedio es el siguiente:

$$Q = \frac{\text{volumen}}{\text{tiempo}} = \frac{4 \text{ Litros}}{98 \text{ seg}} = 0.04 \text{ lit/seg}$$

8.1.8 Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua.

La muestra de agua fue tomada en la llave del lavaplatos del acueducto vereda San Diego, del municipio de Aipe, mediante un tipo de muestreo puntual con una cantidad de 1,25 Litros, posterior a ello, se llevó la muestra al laboratorio AGUALIMSU S.A.S., cuyos valores, resultado de su respectivo análisis, se presentan en la tabla 19.

Tabla 19. Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, Acueducto Vereda San Diego – Aipe.

Parámetros	Resultado	Unid.	Valores aceptables (RES 2115:2007)	Interpretación
FISICOQUÍMICOS				
Color	9	U.P.C	<15	CUMPLE
pH	7,39	Unidades de pH	6,5 – 9,0	CUMPLE
Temperatura	25,4	°C	N.E	N.E
Turbiedad	0,69	UNT	<2	CUMPLE
Cloro residual	0,02	Mg Cl/L	0,3 – 2,0	NO CUMPLE
MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes totales	3007	UFC/100mL	0	NO CUMPLE
Escherchia coli	3	UFC/100mL	0	NO CUMPLE

Fuente: Reporte de resultados de laboratorio AGUALIMSU S.A.S.

Teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la Resolución 2115 de 2007 (Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial), los resultados para Cloro Residual, Coliformes totales y Escherchia coli, no se encuentran dentro de los valores aceptables permisibles, por lo tanto, se establece que el agua no es apta para consumo humano.

8.1.9 Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano.

Para calcular el índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano, se tomó el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social), tal como lo expone la tabla 20.

Tabla 20. Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano, Acueducto Vereda San Diego – Aipe.

III. Cálculo del Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano. (IRABA p.p)	
III.1 IRABA p.p. = 100 – (IT+IC) (Art. 18 Resolución 2115 de 2007) = 100 – (Puntaje calculado en III.1.1 + puntaje asignado en III.1.2)	Valor del IRABA p.p: 100 – (6 + 0) = <u>94</u>
III.1.1 Índice de Tratamiento (IT). Para calcularlo sumar: puntaje asignado en III.1.1.1 + puntaje calculado en 1.1.2 + puntaje asignado en III. 1.1.3	Valor del IT 0 + 6 + 0 = <u>6</u>
III.1.1.1 Descripción del tratamiento. Posibles procesos: Cribado, desarenación, ablandamiento, aireación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, estabilización, tratamiento de lodos, otros.	Puntaje asignado 0

Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo.	50
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente.	25
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo.	15
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente.	10
Sólo requiere desinfección y esta se realiza.	50
Sólo realiza desinfección.	15
No hay ningún tipo de tratamiento.	<u>0</u>
III.1.1.2 Dotación básica de laboratorio para la realización de los siguientes ensayos:	
Tres puntos por cada uno: Equipo para pruebas de jarras. Equipo para demanda de Cloro. Equipo para turbiedad. Equipo para color aparente. Equipo para pH.	3 x 2 = <u>6</u>
III.1.1.3 Trabajadores certificados en las normas colombianas de competencia laboral de la titulación 180201002 operaciones de Sistemas de Potabilización de Agua – Nivel 3 o la norma que la modifique, adicione o sustituya.	
Entre el 90% y el 100% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) en la titulación 180201002.	15
Entre el 50% y el 90% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) en la titulación 180201002.	10
Menos del 50% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) en la titulación 180201002.	<u>0</u>
II.1.2 índice de continuidad (IC): para indagar.	Valor del IC 0
0 – 10 Horas/día (INSUFICIENTE) = (0)	
10.1 – 18 Horas/día (NO SATISFACTORIO) = (10)	
19.1 – 23 Horas/día (SUFICIENTE) = (15)	
23.1 – 24 Horas/día (CONTINUO) = (20)	

Fuente: Autores, 2018, con base en el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social).

La PTAP no se encuentra en funcionamiento por falta de recursos económicos desde el año 2013. Se encuentra funcionando por sistema ByPass presentando un bajo caudal debido al intenso verano.

8.1.10 Buenas prácticas sanitarias.

Para la determinación de las buenas prácticas sanitarias, se tomó como base el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social), tal como lo expone la tabla 21.

Tabla 21. Buenas prácticas sanitarias (BPS) Acueducto Vereda San Diego – Aipe.

BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS (BPS)				
Aspectos generales de la planta de tratamiento de agua para consumo humano.				
Estado y pertinencia de las instalaciones.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Vía(s) de acceso está(n) en buen estado.		X		
2. Alrededores de las instalaciones de la planta libres de obstáculos.	X			
3. Planta tiene cerramiento.	X			
4. Aseo interior eficiente.		X		
5. Instalaciones de almacenamiento adecuadas.				X
6. Zonas para el descanso y consumo de alimentos.			X	
7. Servicios sanitarios en calidad suficiente.			X	
8. Estado físico de las edificaciones.		X		
Instrumentación de la planta de tratamiento de agua para consumo.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Medición de caudal de ingreso.			X	
2. Medición de caudal de salida.			X	
3. Medición o estimación de caudal para el lavado de filtros sedimentadores o de drenajes de sedimentadores y otros consumos.			X	
4. Mediciones de niveles en los tanques.			X	
5. Control para determinar el momento del lavado de filtros.			X	
Seguridad industrial y salud ocupacional.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Manual o protocolo de higiene y seguridad industrial.			X	
2. Programa de salud ocupacional.			X	
3. Señalización y demarcación de las áreas de trabajo.			X	
4. Operarios visten uniformes dotados para el trabajo.			X	
5. Elementos de protección y seguridad.			X	
6. Elementos de control local de emergencias.			X	
Manejo de la información y comunicaciones.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Brinda(n) las condiciones de localización, espacio y distribución que deben cumplirse en estas instalaciones.			X	
2. Equipos de seguridad propios de estas instalaciones.			X	
3. Realizan todos los ensayos físicos, químicos y microbiológicos de control en la red de distribución, de			X	

acuerdo a las condiciones establecidas en el capítulo V de la Resolución 2115 de 2007 o las norma que la modifique, o sustituya.				
4. Efectúan periódicamente la caracterización del agua cruda y su tratabilidad.			X	
5. Hacen periódicamente el control de los procesos que llevan a cabo: floculación, sedimentación, filtración, desinfección, y ajuste final de pH, etc., es decir, los que procedan.			X	
6. Llevan reportes de control al día.			X	
7. Sistema de gestión para el aseguramiento de la calidad de los resultados físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano.			X	
8. Instalaciones siguen técnicas de aseo y asepsia para los análisis.			X	
Aspectos generales del sistema de distribución				
Estado operativo del sistema de distribución.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Planos de la red de distribución.			X	
2. Red de distribución está sectorizada.			X	
3. Zona donde existe riesgo de contaminación de la red.			X	
4. Registro estadístico de las roturas de tubería y sus causas.			X	
5. Válvulas, purgas e hidrantes para drenar el agua de las tuberías están operables.			X	
6. Equipos y accesorios mínimos para el control de operación de la red.			X	
7. Red de distribución está instrumentada.			X	
Mantenimiento de la red de distribución.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Personal encargado de la operación y mantenimiento de la red de distribución está certificado en sus competencias laborales.			X	
2. Equipos y materiales apropiados para labores de mantenimiento.			X	
3. Equipos para detección de fugas no visibles.			X	
4. Fugas y daños son atendidos oportunamente.			X	
5. Procedimiento para reparación de daños de tuberías y accesorios que eviten la contaminación hacia el interior de estos.			X	
Control de la calidad del agua distribuida.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Tanques y otras estructuras del sistema de distribución se limpian y desinfectan periódicamente.		X		
2. Dispositivos para toma de muestras de agua se atienden oportunamente.			X	
3. Quejas sobre la mala calidad del agua se atienden oportunamente.			X	

4. Toma, preservación y transporte de muestras se hace de acuerdo al manual de instrumentación del Instituto Nacional de Salud – INS.			X	
5. Equipos portátiles para la toma de Cloro residual pH.	X			
CALIFICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS BPS	Puntuación: P = 4 x 1 = 4 No = 36 x 2 = 72 <hr/> 76 Puntos.			
Se suman los valores de las columnas P y No y se anotan.				

Fuente: Autores, 2018, con base en el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social).

8.1.11 Índice de calidad del agua para consumo humano.

Para la determinación el Índice de calidad del agua para consumo humano, se tomó como base el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social), tal como lo expone la tabla 22.

Tabla 22. Índice de calidad del agua para consumo humano, Acueducto Vereda San Diego – Aipe.

Resultados de los (Índices que evalúan la calidad del agua para consumo humano)					
IRCA p.p = 70,97		IRABA p.p = 94		BPS p.p = 76	
Valores	Resultado	Valores	Resultado	Valores	Resultado
Inviabile sanitariamente 80.1 – 100.	Inviabile sanitariamente 70,97	Riesgo muy alto 70.1 – 100	Riesgo muy alto 94	Riesgo muy alto 71 – 100	Riesgo muy alto 76
Riesgo alto 35.1 – 80		Riesgo alto 40.1 – 70		Riesgo alto 41 – 70	
Riesgo medio 14.1 – 35		Riesgo medio 25.1 – 40		Riesgo medio 11 - 24	
Sin Bajo 5.1 – 14		Riesgo bajo 10.1 – 25		Riesgo bajo 11 - 24	
Sin riesgo 0 – 5.0		Sin riesgo 0 - 10		Sin riesgo 0 - 10	

Fuente: Autores, 2018, con base en el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social).

Lv. CONCEPTO SANITARIO POR PERSONA PRESTADORA

FAVORABLE = Cuando el puntaje ponderado está entre 1 – 10

FAVORABLE CON REQUERIMIENTO = Cuando el puntaje ponderado está entre 10.1 – 40

DESFAVORABLE = Cuando el puntaje ponderado está entre 40.1 - 100

El puntaje ponderado obtenido para el Acueducto Vereda San Diego – Aipe es:

Puntaje= 0.50 * IRCApp + 0.20 * IRABApp + 0.30 * BPSpp = 77,08 puntos

Por lo anterior, es catalogado como DESFAVORABLE.

8.1.12 Consideraciones

El bajo caudal que provee la quebrada Las Brisas al acueducto de la vereda San Diego evita que el desarenador y la PTAP puedan entrar en funcionamiento; además de ello, el agua que ingresa por sistema By – pass al tanque de almacenamiento llega con un alto nivel de sedimentos y sólidos en suspensión.

Se recomienda:

- Explorar nuevas fuentes de captación que permitan el caudal necesario para que el desarenador y la planta entren en funcionamiento.
- Conformar la Junta administradora del acueducto de la vereda San Diego.
- Implementar un macro-medidor para tener un control y registros de caudales a la entrada y salida de la PTAP.
- Se debe arreglar los dosificadores ya que estos presentan movimiento no están fijos en la estructura.
- Hacer Mejoramiento paisajístico de la zona mediante una limpieza continua de pasto y maleza, escombros y así evitar proliferación de insectos.
- Se debe mejorar la organización de los materiales del acueducto como tuberías, accesorios, sulfato de aluminio y cloro granulado.
- Se debe registrar el grupo ante la cámara de comercio como empresa prestadora de servicios PTAP.

Ver registro fotográfico en el Anexo 2.

8.2 ACUEDUCTO REGIONAL JUANCHO - CACHIMBO - EL RECREO, MUNICIPIO DE ÍQUIRA

El acueducto proveniente de la quebrada Juancho, cubre en su totalidad la vereda Juancho-cachimbo-el recreo del municipio de Iquira a 5km de la cabecera municipal, beneficia un total de 201 usuarios. Capta las aguas de la quebrada Juancho, funciona por gravedad y su sistema de captación es por bocatoma de fondo. Este acueducto fue entregado para su funcionamiento en el año 2013, el suministro de agua a la comunidad se presta las 24 horas al día. Las generalidades en cuanto a fuente de captación, captación, distribución, presencia de PTAP, cantidad y tipo, se presentan en la tabla 23.

Tabla 23. Generalidades del acueducto Vereda Juancho, Cachimbo, El recreo - Íquira.

PRESTACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	
Fuente de captación	Quebrada Juancho
Captación	Bocatoma de fondo
Distribución	Gravedad
Tiene PTAP	si
Cantidad	1
Tipo	Minipack 3

Fuente: Autores, 2018. Información tomada en terreno.

El tanque de almacenamiento y distribución final está localizado en la mitad de las 3 vereda (Juancho-cachimbo-el recreo) en el mismo sitio de funcionamiento de la PTAP, posee unas dimensiones de 6 Metros de lado, 6 Metros de ancho y 2.7 Metros de profundidad su volumen es de 97.2 m³, La planta no cuenta con macromedidores para determinar el caudal de ingreso y/o caudal de salida. No cuenta con estructura de laboratorio, los equipos utilizados para el control de la calidad del agua distribuida es el kit analizador. La estructura no cuenta con ningún tipo de cerramiento. El 100% de la población tienen instalados en sus hogares los micromedidores para el control del servicio y regular un consumo básico.

8.2.1 Diagnóstico inicial

El acueducto de la vereda Juancho - Cachimbo del municipio de Íquira, departamento del Huila, capta las aguas de la quebrada Juancho, a través de una bocatoma de fondo. Está construida en concreto reforzado y sus dimensiones son: 10 m de largo x 4,65 m de ancho x 0.92 m de alto y grosor de pared de 0,20 m. No presenta fisuras, agrietamientos o inestabilidad por volcamiento; sin embargo, debido al bajo mantenimiento preventivo que se le realiza, sobre sus paredes exteriores, se encuentra una gran proliferación de moho; además de ello, en el área donde debería estar ubicada la rejilla de captación (70cm x 30cm), están ubicadas dos grandes rocas, que hacen la función de retener o desviar solidos de gran tamaño. Cuenta con una cámara recolectora de agua, para almacenar un volumen de 0,90 m³.

8.2.2 Componentes de la PTAP

El acueducto cuenta con una PTAP (Minipack 3), actualmente el agua cruda no se encuentra siendo tratada, debido al daño en una de las válvulas, esta no deja abrir la mariposa sobre el eje, y al disminuir el área de paso, aumenta la pérdida de carga local en la válvula, reduciendo el flujo. Debido al problema mencionado, el agua está pasando directamente al tanque de almacenamiento por un sistema bypass. Se construyó con lámina metálica y el tratamiento es por filtración directa.

La PTAP no está en funcionamiento pero la descripción del proceso es la siguiente: No posee sistema de oxidación, el agua cruda llega a la planta por una tubería de 2" Pulgadas pasando por el dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Sulfato de Aluminio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, causando que los sólidos suspendidos se adhieran y formen floculo de mayor peso y tamaño para que sean retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente, luego por rebose se reparte a 2 filtros de flujo descendente haciendo que el agua nuevamente retenga partículas que pasaron por el primer filtro, estas unidades no presenta corto circuito hidráulicos, además posee dispositivo de descarga de lodos por medio de válvulas con tubería de 3" de diámetro. El sistema de funcionamiento es cerrado de flujo confinado a presión, El tipo de material del lecho filtrante es antracita, arena, grava y gravilla. Seguidamente pasa al nivel de desinfección realizado por el dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Hipoclorito de Calcio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, para llegar posteriormente al tanque de almacenamiento.

Tanque de almacenamiento: dimensiones de (b*a*h) = (6*6*2.7) m, estructura en concreto en buen estado, no presenta fisuras ni agrietamiento, su capacidad de almacenamiento es de 97 metros cúbicos de agua, cuenta con cuatro conos de ventilación de 3", su tiempo de llenado es de **9 horas**. El lavado del tanque se realiza cada 30 días y lavado de filtros cada 8 días.

Caseta de operación: no tiene baños, no tiene bodega para el almacenamiento de químicos, el área no es adecuada para llevar acabo los procesos de análisis de laboratorio, no presenta encerramiento.

Operario o fontanero: No cuenta con elementos de protección personal para la operación de la PTAP, tienen implementado un documentado de programa de lavado y mantenimiento de la PTAP, además está certificado por competencias laborales del SENA.

8.2.3 Captación

Desde la bocatoma sale una tubería de 4" en PVC, RDE 21 conduciendo las aguas aproximadamente 74 m hasta llegar al desarenador; esta se encuentra encofrada en toda su trayectoria. Se observó que el encofrado presenta un daño estructural en una longitud de 2,5 m, causado por constantes crecientes de la quebrada Juancho; sin embargo, la tubería no presenta fugas de agua.

8.2.4 Desarenador

Estructura de concreto de tipo convencional, ubicado en las coordenadas: 2.66280, -75.66498 y altitud 1570 msnm. Sus dimensiones externas son: 5,40 m de largo x

1,62 m de ancho x 1,80 m de altura, con grosor de pared de 0,20 m. Las válvulas del sistema By –Pass y de lavado, se encuentran en perfecto estado.

Es importante resaltar que, los excesos de la captación son devueltos nuevamente a la quebrada Juancho. En términos generales, se encuentra en buen estado estructural, teniendo en cuenta que no presenta fisura, agrietamiento o inestabilidad por volcamiento y sus válvulas de cierre y apertura están en óptimas condiciones; además de ello, la estructura cuenta con un óptimo mantenimiento preventivo en su fachada.

Del desarenador sale un sistema de aducción, compuesto por una tubería en PVC de 3", RDE 21, con una longitud total aproximada de 950 m hasta la planta de tratamiento de agua potable; de los cuales, 18 m se transportan sobre viaducto y los restantes 932 m se encuentran enterrados.

8.2.5 Aducción

La Aducción para el acueducto de la vereda Juancho - Cachimbo, inicia desde la bocatoma hasta el desarenador, donde sale una tubería en PVC de 4", RDE 21, con una longitud total de 74 m, los cuales se encuentran encofrados en todo el recorrido.

Del desarenador sale un sistema de aducción, compuesto por una tubería en PVC de 3", RDE 21, con una longitud total aproximada de 950 m hasta la planta de tratamiento de agua potable; de los cuales, 18 m se transportan sobre viaducto, y los restantes 932 m se encuentran enterrados. Sobre la longitud total de la tubería se encuentra ubicada una sola ventosa, en óptimas condiciones de funcionamiento; sin embargo, sobre el trayecto comprendido entre la bocatoma y el desarenador se observó, que el encofrado presenta un daño estructural en una longitud de 2,5 m, causado por constantes crecientes de la quebrada Juancho. El sistema de aducción no posee cámaras de quiebre y válvulas de purga.

8.2.6 Operaciones en el proceso de potabilización

8.2.6.1 Coagulación

Sustancia

: Sulfato de aluminio solido en pastillas

Dosificador: Solido por desgaste abrasivo Poot feeder

Estado: Aceptable

Actualmente, el agua cruda no se encuentra siendo tratada debido al daño en una de las válvulas, esto impide que la PTAP no funcione plenamente, sin embargo, el proceso de coagulación es el siguiente: El agua cruda entra a la planta por una tubería de 2" Pulgadas pasando por el dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder utilizado para la adición de coagulante de Sulfato de Aluminio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción,

causando que los sólidos suspendidos se adhieran y formen floculo de mayor peso y tamaño para que sean retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente.

Claramente se observa el dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Sulfato de Aluminio en pastillas 240 gr semanal y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, el cual se dosifica en una tubería de 2", para posteriormente pasar a una tubería de 2" ubicada de manera vertical donde la válvula número 2 determina el paso del agua con el agente coagulante a la Minipack. Posee 3 válvulas de 2", cuyo funcionamiento se encuentra descrito en la tabla 24.

Tabla 24. Detalles de válvulas

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
1	2"	1	Ingreso del agua cruda al dosificador tipo Poot feeder
2	2"	1	Apertura o cierre del paso del Agua con el agente coagulante a la Minipack
3	2"	1	Cerrada permite el ascenso del agua con el agente coagulante a la Minipack

Fuente: Autores, 2018.

8.2.6.2 Floculación

Tipo de filtración: Flujo vertical

Estado: Aceptable

La planta incluye una estructura de entrada que recibe el agua en una cámara separadora tipo hidrocyclon, de forma cónica, donde por la velocidad del agua, se genera turbulencia en una cámara tronco piramidal inferior, que dispone de su drenaje manual. La entrada del agua al hidrocyclon ha recibido la adición de sulfato de aluminio para efectuar la floculación por adsorción.

8.2.6.3 Sedimentación

No posee estructura de sedimentación.

8.2.6.4 Filtración

Tipo de filtración: Filtración rápida directa propiamente dicha (sin sedimentación).

Estado: Aceptable

Actualmente el agua cruda no se encuentra siendo tratada. Sin embargo, el proceso de filtración es el siguiente: Una vez se forman floculos de gran peso y tamaño, estos son retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente, luego por rebose se reparte a 2 filtros de flujo descendente haciendo que el agua nuevamente retenga partículas que pasaron por el primer filtro, esta unidad no presenta corto circuito hidráulicos, además, posee dispositivo de descarga de lodos por medio de válvulas con tubería de 3". Contiene 4 válvulas de 2" cuyo funcionamiento se describe en la tabla 25. El sistema de funcionamiento es cerrado de flujo confinado a presión, el tipo de material del lecho filtrante es antracita, arena, grava y gravilla.

Tabla 25. Detalles de válvulas

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
2	2"	1	Ingreso del agua al sistema de filtración de flujo ascendente
3	2"	1	Cerrada permite el ascenso del agua a la PTAP
4 y 5	2"	2	Salida del agua filtrada del sistema de filtración de flujo descendente

Fuente: Autores, 2018.

8.2.6.5 Desinfección

Sustancia: Hipoclorito sólido en pastillas

Dosificador: Sólido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder

Estado: Excelente

Actualmente el agua cruda no se encuentra siendo tratada debido al daño en una válvula impidiendo el cierre y apertura del flujo, razón por la cual no está en funcionamiento, sin embargo, el proceso de desinfección consta de un dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Hipoclorito de Calcio en pastillas de 200gr semanal, y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción en una tubería de 2", para llegar posteriormente al tanque de almacenamiento con dimensiones de (b*a*h) = (6*6*2.7)m. Contiene 1 válvula de 2" cuyo funcionamiento se describe en la tabla 26.

Tabla 26. Detalles de válvulas.

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
6	2"	1	Apertura del agua filtrada al sistema dosificador de cloro

Fuente: Autores, 2018.

8.2.6.6 Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento se encuentra construido en concreto reforzado, no presenta fugas ni agrietamientos, cuenta con sus respectivos conos de ventilación en tubería de hierro de 3", la cajilla de inspección cuenta con su respectivo candado y cadena de seguridad, el proceso de limpieza y desinfección se realiza cada 30 días. Las dimensiones del tanque son (B*A*H) = (6*6*2.7) lo que genera una capacidad máxima de almacenamiento de 97 m³. Contiene 2 válvulas de 3" y 4" cuyo funcionamiento se describe en la tabla 27. Los resultados del ensayo *In Situ*, se evidencian en la tabla 28.

Tabla 27. Detalles de válvulas

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
6	3"	1	Válvula de ingreso del agua de la PTAP al tanque
10	4"	1	Válvula de salida del tanque a la red de distribución

Fuente: Autores, 2018.

Tabla 28. Ensayos *In Situ*

ENSAYOS <i>IN SITU</i>		
pH	7,2	Admisible
Parámetro admisible (6,0 – 8,5)		
Cloro residual	0,0 mg/l	Inadmisible
Parámetro admisible (0,3 – 2,0) mg/L		

Fuente: Autores, 2018.

En cuanto al nivel de pH, es de 7.2, quiere decir que el agua presenta un nivel admisible, por lo tanto, no requiere corrección en el potencial de Hidrogeno.

El nivel de cloro residual es de 0.0 mg/l, lo que confirma plenamente que la PTAP no está realizando ningún proceso para el tratamiento de agua cruda, específicamente la desinfección.

8.2.7 Aforo

Caudal de diseño: 3 lit/sg

Caudal actual: 1,82 lit/sg

Aforo realizado en la cámara colectora.

La estructura no cuenta con macromedidores para determinar el caudal de ingreso y/o caudal de salida, el método que se utilizó para determinar el caudal fue aforo volumétrico el cual consta de utilizar un recipiente con un volumen ya establecido y determinar el tiempo en que, tarda en llenarse en su totalidad. Se utilizó un balde con capacidad de 24 litros, el cual se llenó en un promedio de segundos, lo que determina un caudal de 1,82 lit/sg. La prueba se realizó en la tubería del sistema By- Pass previa, al tanque de almacenamiento de diámetro de 3". Este aforo, por ser volumétrico se realizó cinco veces y su promedio es el siguiente:

$$Q = \frac{\text{volumen}}{\text{tiempo}} = \frac{24 \text{ Litros}}{13,16 \text{ segundos}} = 1,82 \text{ lit/sg}$$

8.2.8 Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua.

La muestra de agua fue tomada en la llave del lavaplatos del acueducto regional Juancho - Cachimbo - El Recreo, del municipio de Íquira., mediante un tipo de muestreo puntual con una cantidad de 1,25 Litros, posterior a ello, se llevó la muestra al laboratorio AGUALIMSU S.A.S., cuyos valores, resultado de su respectivo análisis, se presentan en la tabla 29.

Tabla 29. Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, Acueducto Regional Juancho - Cachimbo - El Recreo - Íquira.

Parámetros	Resultado	Unid.	Valores aceptables (RES 2115:2007)	Interpretación
FISICOQUÍMICOS				
Color	7	U.P.C	<15	CUMPLE
pH	6,58	Unidades de pH	6,5 – 9,0	CUMPLE
Temperatura	26,5	°C	N.E	N.E
Turbiedad	0,51	UNT	<2	CUMPLE
Cloro residual	0,01	Mg Cl/L	0,3 – 2,0	NO CUMPLE
MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes totales	4369	UFC/100mL	0	NO CUMPLE
<i>Escherchia coli</i>	3	UFC/100mL	0	NO CUMPLE

Fuente: Reporte de resultados de laboratorio AGUALIMSU S.A.S.

Según dichos resultados, el parámetro de Cloro residual, Coliformes totales y *Escherchia coli*, no se encuentran dentro de los valores aceptables según la Resolución 2115 de 2007 (Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial), por lo tanto, se establece que el agua no es apta para consumo humano.

8.2.9 Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano.

Para calcular el índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano, se tomó el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social), tal como lo expone la tabla 30.

Tabla 30. Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano, Acueducto Regional Juancho - Cachimbo - El Recreo - Íquira.

III. Cálculo del Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano. (IRABA p.p)	
III.1 IRABA p.p. = 100 – (IT+IC) (Art. 18 Resolución 2115 de 2007) = 100 – (Puntaje calculado en III.1.1 + puntaje asignado en III.1.2)	Valor del IRABA p.p: 100 – (71 + 20) = <u>9</u>
III.1.1 Índice de Tratamiento (IT). Para calcularlo sumar: puntaje asignado en III.1.1.1 + puntaje calculado en 1.1.2 + puntaje asignado en III. 1.1.3	Valor del IT 50 + 6 +15 = <u>71</u>
III.1.1.1 Descripción del tratamiento. Posibles procesos: Cribado, desarenación, ablandamiento, aireación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, estabilización, tratamiento de lodos, otros.	Puntaje asignado 50
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo.	<u>50</u>
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente.	25
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo.	15
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente.	10
Sólo requiere desinfección y esta se realiza.	50
Sólo realiza desinfección.	15
No hay ningún tipo de tratamiento.	0
III.1.1.2 Dotación básica de laboratorio para la realización de los siguientes ensayos:	
Tres puntos por cada uno: Equipo para pruebas de jarras. Equipo para demanda de Cloro. Equipo para turbiedad. Equipo para color aparente. Equipo para pH.	3 x 2 = <u>6</u>

III.1.1.3 Trabajadores certificados en las normas colombianas de competencia laboral de la titulación 180201002 operaciones de Sistemas de Potabilización de Agua – Nivel 3 o la norma que la modifique, adicione o sustituya.	
Entre el 90% y el 100% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) en la titulación 180201002.	<u>15</u>
Entre el 50% y el 90% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) en la titulación 180201002.	10
Menos del 50% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) en la titulación 180201002.	0
II.1.2 índice de continuidad (IC): para indagar.	Valor del IC 20
0 – 10 Horas/día (INSUFICIENTE) = (0)	
10.1 – 18 Horas/día (NO SATISFACTORIO) = (10)	
19.1 – 23 Horas/día (SUFICIENTE) = (15)	
23.1 – 24 Horas/día (CONTINUO) = (20)	

Fuente: Autores, 2018, con base en el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social).

En el momento de la visita, el agua no estaba siendo tratada debido a la apertura y cierre en una de las válvulas que se encontraba funcionando por sistema ByPass. Por otro lado, la línea de conducción presentó problemas de aireación, por ello, es necesaria una ventosa en sus cargas negativas.

8.2.10 Buenas prácticas sanitarias.

Para la determinación de las buenas prácticas sanitarias, se tomó como base el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social), tal como lo expone la tabla 31.

Tabla 31. Buenas prácticas sanitarias (BPS) Acueducto Regional Juancho - Cachimbo - El Recreo - Íquira.

BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS (BPS)				
Aspectos generales de la planta de tratamiento de agua para consumo humano.				
Estado y pertinencia de las instalaciones.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Vía(s) de acceso está(n) en buen estado.	X			
2. Alrededores de las instalaciones de la planta libres de obstáculos.	X			
3. Planta tiene cerramiento.	X			
4. Aseo interior eficiente.	X			
5. Instalaciones de almacenamiento adecuadas.	X			

6. Zonas para el descanso y consumo de alimentos.			X	
7. Servicios sanitarios en calidad suficiente.	X			
8. Estado físico de las edificaciones.	X			
Instrumentación de la planta de tratamiento de agua para consumo.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Medición de caudal de ingreso.			X	
2. Medición de caudal de salida.			X	
3. Medición o estimación de caudal para el lavado de filtros sedimentadores o de drenajes de sedimentadores y otros consumos.			X	
4. Mediciones de niveles en los tanques.			X	
5. Control para determinar el momento del lavado de filtros.	X			
Seguridad industrial y salud ocupacional.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Manual o protocolo de higiene y seguridad industrial.			X	
2. Programa de salud ocupacional.			X	
3. Señalización y demarcación de las áreas de trabajo.			X	
4. Operarios visten uniformes dotados para el trabajo.			X	
5. Elementos de protección y seguridad.			X	
6. Elementos de control local de emergencias.			X	
Manejo de la información y comunicaciones.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Brinda(n) las condiciones de localización, espacio y distribución que deben cumplirse en estas instalaciones.			X	
2. Equipos de seguridad propios de estas instalaciones.				X
3. Realizan todos los ensayos físicos, químicos y microbiológicos de control en la red de distribución, de acuerdo a las condiciones establecidas en el capítulo V de la Resolución 2115 de 2007 o las norma que la modifique, o sustituya.	X			
4. Efectúan periódicamente la caracterización del agua cruda y su tratabilidad.	X			
5. Hacen periódicamente el control de los procesos que llevan a cabo: floculación, sedimentación, filtración, desinfección, y ajuste final de pH, etc., es decir, los que procedan.	X			
6. Llevan reportes de control al día.			X	
7. Sistema de gestión para el aseguramiento de la calidad de los resultados físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano.				X
8. Instalaciones siguen técnicas de aseo y asepsia para los análisis.	X			
Aspectos generales del sistema de distribución				
Estado operativo del sistema de distribución.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Planos de la red de distribución.	X			
2. Red de distribución está sectorizada.	X			
3. Zona donde existe riesgo de contaminación de la red.			X	
4. Registro estadístico de las roturas de tubería y sus causas.				

5. Válvulas, purgas e hidrantes para drenar el agua de las tuberías están operables.	X			
6. Equipos y accesorios mínimos para el control de operación de la red.	X			
7. Red de distribución está instrumentada.	X			
Mantenimiento de la red de distribución.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Personal encargado de la operación y mantenimiento de la red de distribución está certificado en sus competencias laborales.	X			
2. Equipos y materiales apropiados para labores de mantenimiento.	X			
3. Equipos para detección de fugas no visibles.			X	
4. Fugas y daños son atendidos oportunamente.	X			
5. Procedimiento para reparación de daños de tuberías y accesorios que eviten la contaminación hacia el interior de estos.	X			
Control de la calidad del agua distribuida.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Tanques y otras estructuras del sistema de distribución se limpian y desinfectan periódicamente.	X			
2. Dispositivos para toma de muestras de agua se atienden oportunamente.	X			
3. Quejas sobre la mala calidad del agua se atienden oportunamente.	X			
4. Toma, preservación y transporte de muestras se hace de acuerdo al manual de instrumentación del Instituto Nacional de Salud – INS.	X			
5. Equipos portátiles para la toma de Cloro residual pH.	X			
CALIFICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS BPS	Puntuación: P = 0 x 1 = 0 No = 15 x 2 = 30 <hr style="width: 20%; margin: auto;"/> 30 Puntos.			
Se suman los valores de las columnas P y No y se anotan.				

Fuente: Autores, 2018, con base en el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social).

8.2.11 Índice de calidad del agua para consumo humano.

Para la determinación el Índice de calidad del agua para consumo humano, se tomó como base el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social), tal como lo expone la tabla 32.

Tabla 32. Índice de calidad del agua para consumo humano, Acueducto Regional Juancho - Cachimbo - El Recreo - Íquira.

Resultados de los (Índices que evalúan la calidad del agua para consumo humano)					
IRCA p.p = 70,97		IRABA p.p = 9		BPS p.p = 30	
Valores	Resultado	Valores	Resultado	Valores	Resultado
Inviabile sanitariamente 80.1 – 100.		Riesgo muy alto 70.1 – 100		Riesgo muy alto 71 – 100	
Riesgo alto 35.1 – 80	Riesgo alto 70,97	Riesgo alto 40.1 – 70		Riesgo alto 41 – 70	
Riesgo medio 14.1 – 35		Riesgo medio 25.1 – 40		Riesgo medio 11 - 24	Riesgo medio 30
Sin Bajo 5.1 – 14		Riesgo bajo 10.1 – 25		Riesgo bajo 11 - 24	
Sin riesgo 0 – 5.0		Sin riesgo 0 - 10	Sin riesgo 9	Sin riesgo 0 - 10	

Fuente: Autores, 2018, con base en el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social).

Lv. CONCEPTO SANITARIO POR PERSONA PRESTADORA

FAVORABLE = Cuando el puntaje ponderado está entre 1 – 10

FAVORABLE CON REQUERIMIENTO = Cuando el puntaje ponderado está entre 10.1 – 40

DESFAVORABLE = Cuando el puntaje ponderado está entre 40.1 - 100

El puntaje ponderado obtenido para el Acueducto Regional Juancho - Cachimbo - El Recreo – Íquira es:

$$\text{Puntaje} = 0.50 * \text{IRCA}_{pp} + 0.20 * \text{IRABA}_{pp} + 0.30 * \text{BPS}_{pp} = 46,28 \text{ puntos}$$

Por lo anterior, es catalogado como DESFAVORABLE.

8.2.12 Consideraciones

El sistema de acueducto de la vereda Juancho - Cachimbo, funciona en forma eficiente, por sistema By- Pass hasta el tanque de almacenamiento; sin embargo, la junta administradora manifiesta que la planta de tratamiento no está en funcionamiento debido a un problema de presión, el cual impide el ingreso del agua a la PTAP. Esta situación, no constató en campo el día de la visita.

Se recomienda:

- Reparar los 2,5 m de encofrado del sistema de aducción, comprendido entre la bocatoma y el desarenador.
- Aumentar la longitud del muro de gavión, ubicado en la base de la bocatoma, con el objetivo de proteger el tramo encofrado a reparar en el sistema de aducción.
- Solicitar una nueva visita técnica en la cual, se pueda realizar las respectivas pruebas hidráulicas al ingreso de la PTAP.
- Es necesario que la junta administradora del acueducto, compre una válvula para la PTAP nueva o le hagan mantenimiento.
- En presiones negativas es recomendable colocar ventosas para el control de masas o bolsas de aire en el fluido y así evitar rotura en tubería de aducción.
- Implementar macro-medidor para tener un control y registros de caudales a diario en la PTAP.

Ver registro fotográfico en el Anexo 2.

8.3 ACUEDUCTO DE LAS VEREDAS DE PUEBLO NUEVO - EL TENDIDO - EL RECREO, MUNICIPIO DE GIGANTE

El acueducto proveniente de la quebrada Media Honda, cubre un total de 3 veredas (Pueblo Nuevo, Recreo y el Tendido) y beneficia un total de 1396 habitantes. Capta las aguas de la quebrada La Cuerva, funciona por gravedad y su sistema de captación es por bocatoma de fondo. Este acueducto fue entregado para su funcionamiento en el año de 1992. Las generalidades en cuanto a fuente de captación, captación, distribución, presencia de PTAP, cantidad y tipo, se presentan en la tabla 33.

Tabla 33. Generalidades del acueducto Veredas Pueblo Nuevo, El Tendido, El Recreo, Municipio de Gigante.

PRESTACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	
Fuente de captación	Quebrada Media Honda
Captación	Bocatoma de fondo
Distribución	Gravedad
Tiene PTAP	si
Cantidad	1
Tipo	Minipack 7

Fuente: Autores, 2018. Información tomada en terreno.

8.3.1 Diagnóstico inicial

El tanque de almacenamiento y distribución final está localizado en la vereda Pueblo Nuevo a 6 metros de distancia de la caseta de operaciones de la PTAP, posee unas dimensiones de 8 Metros de lado, 8 Metros de ancho y 2.3 Metros de profundidad.

El 100% de la población tienen instalados en sus hogares los medidores para el control del servicio y regular un consumo básico.

En la vereda Pueblo Nuevo del municipio de Gigante, se encontró una planta de tratamiento de agua potable (PTAP), Minipack 7, Actualmente esta estructura realiza algunos de los procesos requeridos según las características del agua cruda, y su tratamiento es continuo, por lo cual el agua que llega a los hogares tiene una coloración transparente, lo que infiere que la PTAP realiza de manera idónea el respectivo proceso para que el agua sea potable. El suministro de agua a la comunidad se presta las 24 horas del día, los días en que llueve en exceso se suspende temporalmente el servicio ya que el agua de la quebrada llega con bastantes sedimentos a la PTAP, lo que dificulta su tratamiento.

El día de la toma de la muestra, los parámetros *in situ* reflejaron cloro residual en 0,5 mg/lit, un porcentaje moderado de este elemento puesto que la dosificación que se realiza en el momento es de 1kg para un tanque de mezcla de 100 litros de agua, el cual se inyecta por dosificadores de solución de gravedad de carga regulable y se consume en 24 horas. Este ensayo fue realizado con el kit analizador PANDA POOL PRODUCTS No 012 003 A 001. El parámetro obtenido en cloro residual se debe al moderado porcentaje de hipoclorito de calcio (1kg) disuelto en agua (100Lt), para la dosificación en el tanque de almacenamiento. La planta de tratamiento de agua potable (PTAP) MINIPACK 7 es de material metálico, cuyo tipo de tratamiento de acuerdo con la descripción de las operaciones es de filtración directa.

8.3.2 Componentes de la PTAP

El acueducto cuenta con una PTAP (Minipack 7), actualmente se encuentra haciendo tratamiento. El caudal de diseño de la planta es de 7 L/seg, pero actualmente el caudal de trabajo es de 6,6 L/Seg., la PTAP se construyó con lámina metálica y el tratamiento es por filtración directa.

No posee sistema de oxidación, el agua cruda entra a la planta por una tubería de 3" Pulgadas pasando por el dosificador sólido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Sulfato de Aluminio en pastillas y, mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, causando que los sólidos suspendidos se adhieran y formen floculo de mayor peso y tamaño para que sean retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente, luego por rebose se reparte a 2 filtros de flujo descendente haciendo que el agua nuevamente retenga partículas que pasaron por el primer filtro, estas unidades no presenta corto circuito, además posee dispositivo de descarga de lodos por medio de válvulas. El sistema de funcionamiento es cerrado de flujo confinado a presión, no se presenta cortos circuitos. El tipo de material del lecho filtrante es antracita, arena, grava y gravilla. Seguidamente pasa al nivel de desinfección realizado por el dosificador sólido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder utilizado para la adición de coagulante de Hipoclorito de Calcio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo

estático por inserción, para llegar posteriormente al tanque de almacenamiento con dimensiones de 8 Metros de lado, 8 Metros de ancho y 2.3 Metros de profundidad.

La PTAP tiene una caseta de operación segura, tiene cerramiento, tiene equipo para hacer medición de pH y Cloro residual libre mediante un equipo de medición visual, no tiene equipo para color aparente, no tiene equipo para pruebas de jarras, no tiene equipo para turbiedad, el operario o fontanero cuenta con algunos elementos de protección personal (tapa bocas para material particulado y guantes) para la operación de la PTAP, está certificado por competencias laborales por el SENA, además tienen implementado y documentado un programa de lavado y mantenimiento de la PTAP, el cual determina el lavado de los filtros todos los días y el lavado del tanque de almacenamiento cada 15 días.

8.3.3 Captación

El acueducto de la vereda Pueblo Nuevo del municipio de Gigante, departamento del Huila, capta las aguas de la quebrada Media Honda, a través de una bocatoma de fondo, está construida en concreto reforzado cuyas dimensiones son 5,10*4,70*2,00 m y espesor de 0.30 m, no presenta fisura, agrietamiento o inestabilidad. La estructura está conformada por un dique y 2 rejillas de fondo cuyas dimensiones para cada una son: 1,40*0,50m, con un total de 45 varillas para cada rejilla, de diámetro de 3/8", con espacio de 1,5 cm entre varillas, además cuenta con una cámara recolectora de agua para almacenar un volumen de 13,26 m³ con tapón de lavado de 12" saliendo una tubería de aducción de 12".

Desde la bocatoma sale una tubería de 12" en PVC, RDE 41 conduciendo las aguas aproximadamente 100 m hasta llegar al desarenador; esta se encuentra encofrada en 15 m, se transporta en viaducto aproximadamente 20 m y los restantes 65 m se encuentran enterrados, se observó que la tubería no presenta fugas que generen pérdidas de agua o presión. Es importante mencionar que la captación de la vereda pueblo nuevo, es la misma que suministra el agua al municipio de Gigante.

8.3.4 Desarenador

Estructura de concreto de tipo convencional de dimensiones 16,37*6,80*3m y espesor de 0.25m en la pared interna y 0,25m en pared perimetral, su volumen de almacenamiento es de 333,94 m³, con válvulas de drenaje en perfecto estado.

Es importante resaltar que, los excesos de la captación son devueltos nuevamente a la quebrada Media Honda. En términos generales, se encuentra en muy buen estado, teniendo en cuenta que no presenta fisuras ni agrietamientos y sus válvulas de cierre y apertura están en óptimas condiciones. La tubería de aducción que sale del desarenador es de 10", RDE 41 con una longitud de 100 metros, de los cuales 7 se encuentran encofrados y los restantes 93 metros se encuentran enterrados. Es importante mencionar que, el desarenador del acueducto de la vereda pueblo nuevo es el mismo que se utiliza para el acueducto del municipio de Gigante.

Cámara recolectora del desarenador, la cual tiene una capacidad de almacenamiento de 1,44 m. Se observa el ingreso del agua que viene de la bocatoma a través de tubería de 2" y dos válvulas tipo compuerta de diámetro 10", que regulan la apertura y cierre del flujo del agua hacia la estructura del desarenador.

8.3.5 Aducción

La Aducción para el acueducto de la vereda Pueblo Nuevo, se compone de dos partes; la primera parte inicia desde la bocatoma hasta el desarenador, donde sale una tubería de 12", RDE 41 con una longitud de 100 m, de los cuales 10 m se encuentran encontrados, 20 m se encuentran en viaducto y los restantes 70 m están enterrados. Del desarenador sale una tubería de aducción de 10", RDE 41 con una longitud de 100 m, de los cuales 7 m se encuentran encofrados y los restantes 93 metros se encuentran enterrados, posteriormente la tubería se reduce a 8", RDE 41 con una longitud de 4000 m hasta la Novena (9) cámara de quiebre del acueducto, de los cuales dos tramos de tubería se encuentran en viaductos de 32 m y 20 m de longitud, esta cumple con los parámetros según el fabricante. En esta primera parte de la tubería de aducción, que comprende el tramo desde la bocatoma hasta la novena (9) cámara de quiebre, se encuentran ubicadas 3 ventosas en buenas condiciones de funcionamiento, nueve cámaras de quiebre totalmente funcionales y tres llaves de purga que presentan buenas condiciones de operatividad.

La segunda parte de la tubería de aducción del acueducto de la vereda Pueblo Nuevo inicia en la novena cámara de quiebre, de donde sale una tubería de 3", RDE 32,5 en PVC con una longitud de 2000 m y posteriormente sigue en tubería de 3" RDE 21 en PVC con una longitud de 1000 m hasta la planta de tratamiento de agua potable (PTAP). Una longitud de 30 m de tubería de 3", RDE 21 se transportan en viaducto, los restantes 2970 m se encuentran totalmente enterrados, esta cumple con los parámetros según el fabricante. La red de aducción está compuesta por 9 ventosas, ninguna cámara de quiebre y 2 llaves de purga que presenta buenas condiciones de operatividad.

8.3.6 Operaciones en el proceso de potabilización

8.3.6.1 Coagulación

Sustancia: Sulfato de aluminio sólido en pastillas

Dosificador:

- Sólido por desgaste abrasivo Poot feeder
- Solución por gravedad de carga regulable

Estado: Aceptable

No posee sistema de oxidación, el agua cruda entra a la planta por una tubería de 3” Pulgadas pasando por el dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Sulfato de Aluminio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, causando que los sólidos suspendidos se adhieran y formen floculo de mayor peso y tamaño para que sean retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente. Es de resaltar que, el proceso de coagulación también cuenta con un dosificador de contingencia, el cual es de solución por gravedad de carga regulable, lista para funcionar en caso de que el dosificador Poot Feeder falle.

Claramente se observa el dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Sulfato de Aluminio en pastillas y, mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, el cual se dosifica en una tubería de 2” para posteriormente pasar a una tubería de 3” donde la válvula número 2 determina el paso del agua con el agente coagulante a la Minipack. Posee 2 válvulas de 3”, cuyo funcionamiento se encuentra descrito en la tabla 34.

Tabla 34. Detalles de válvulas.

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
1	3”	1	Ingreso del agua cruda al dosificador tipo Poot feeder
2	3”	1	Apertura o cierre del paso del Agua con el agente coagulante a la Minipack

Fuente: Autores, 2018.

8.3.6.2 Floculación

No posee estructura para la floculación.

8.3.6.3 Sedimentación

No posee estructura para la sedimentación.

8.3.6.4 Filtración

Tipo de filtración: Filtración rápida directa propiamente dicha (sin sedimentación).

Estado: Regular.

Una vez se forman floculos de gran peso y tamaño estos son retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente, luego por rebose se reparte a 2 filtros de flujo

descendente haciendo que el agua nuevamente retenga partículas que pasaron por el primer filtro, estas unidades no presentan corto circuito, además posee dispositivo de descarga de lodos por medio de válvulas. Contiene 2 válvulas de 3" cuyo funcionamiento se describe en la tabla 35. El sistema de funcionamiento es cerrado de flujo confinado a presión, no se presenta cortos circuitos. El tipo de material del lecho filtrante es antracita, arena, grava y gravilla.

Tabla 35. Detalles de válvulas.

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
8	3"	1	Cierre para el Ingreso del agua al sistema de filtración de flujo ascendente
3 y 4	3"	1	Salida del agua filtrada del sistema de filtración de flujo descendente

Fuente: Autores, 2018.

8.3.6.5 Desinfección

Sustancia: Hipoclorito de calcio granulado.

Dosificador: Solución por gravedad de carga regulable.

Estado: Aceptable.

Normalmente el sistema de desinfección es realizado por el dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de Hipoclorito de Calcio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, pero debido a un daño en el dosificador Poot Feeder, se utiliza un dosificador de solución por gravedad de carga regulable donde la sustancia utilizada son 1000 gr de hipoclorito granulado disueltos en un recipiente de capacidad de 100 litros de agua, el cual se vierte totalmente en un promedio de 24 horas, para llegar posteriormente al tanque de almacenamiento. Contiene 1 válvula de 1/2" cuyo funcionamiento se describe en la tabla 36.

Tabla 36. Detalles de válvulas.

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
1	1/2"	1	Dosificación del cloro a la tubería de conducción del agua filtrada al tanque de almacenamiento

Fuente: Autores, 2018.

8.3.6.6 Tanque de almacenamiento

Capacidad: 147,2 m³.

El tanque de almacenamiento se encuentra construido en concreto reforzado, su estado estructural superficial se ve en muy buenas condiciones, cuenta con sus respectivos conos de ventilación en tubería de hierro de 3", la cajilla de inspección cuenta con su respectivo candado y cadena de seguridad, el proceso de limpieza y desinfección se realiza cada 15 días. Las dimensiones del tanque son de 8 Metros de largo, 8 Metros de ancho y 2.3 Metros de profundidad lo que genera una capacidad máxima de almacenamiento de 147,2 m³. Contiene 2 válvulas de 3" cuyo funcionamiento se describe en la tabla 37. Los resultados del ensayo *In Situ*, se evidencian en la tabla 38.

Tabla 37. Detalles de válvulas.

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
1	3"	1	Válvula de ingreso del agua de la PTAP al tanque
2	3"	1	Válvula de salida del agua del tanque a la red de distribución

Fuente: Autores, 2018.

Tabla 38. Ensayos *In Situ*

ENSAYOS <i>IN SITU</i>		
pH	7,6	Admisible
Parámetro admisible (6,0 – 8,5)		
Cloro residual	0,5 mg/l	Admisible
Parámetro admisible (0,3 – 2,0) mg/L		

Fuente: Autores, 2018.

En cuanto al nivel de pH es de 7.6 quiere decir que el agua presenta un nivel admisible, por lo tanto, no requiere corrección en el potencial de Hidrogeno.

8.3.7 Aforo

Caudal de diseño: 7 lit/sg

Caudal actual: 6.6 lit/sg

Aforo realizado en la cámara colectora.

La estructura no cuenta con macromedidores para determinar el caudal de ingreso y/o caudal de salida. El método que se utilizó para determinar este parámetro fue aforo volumétrico, el cual consta de utilizar un recipiente con un volumen ya establecido y determinar el tiempo en que tarda en llenarse en su totalidad. Se utilizó un balde de capacidad de 20 litros, el cual se llenó en un promedio de 3 segundos, esto determina un caudal de 6,66 Lt/sg. La prueba se realizó en la tubería de conducción que llega al tanque de almacenamiento de diámetro de 3". Este aforo, por ser volumétrico se realizó cinco veces y su promedio es el siguiente:

$$Q = \frac{\text{volumen}}{\text{tiempo}} = \frac{20\text{Litros}}{3\text{segundos}} = 6,66 \text{ lit/sg}$$

Se observa un recipiente con capacidad de volumen de 20 litros y la tubería de conducción que llega al tanque de almacenamiento de diámetro de 3".

8.3.8 Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua.

La muestra de agua fue tomada en la llave de la alberca del acueducto regional Pueblo Nuevo, del municipio de Gigante, mediante un tipo de muestreo puntual con una cantidad de 1,25 Litros, posterior a ello, se llevó la muestra al laboratorio AGUALIMSU S.A.S., cuyos valores, resultado de su respectivo análisis, se presentan en la tabla 39.

Tabla 39. Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, Acueducto regional Pueblo Nuevo - Gigante.

Parámetros	Resultado	Unid.	Valores aceptables (RES 2115:2007)	Interpretación
FISICOQUÍMICOS				
Color	41	U.P.C	<15	NO CUMPLE
pH	7,2	Unidades de pH	6,5 – 9,0	CUMPLE
Temperatura	18,4	°C	N.E	N.E
Turbiedad	3	UNT	<2	NO CUMPLE
Cloro residual	0,06	Mg Cl/L	0,3 – 2,0	NO CUMPLE
MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes totales	3697	UFC/100mL	0	NO CUMPLE
Escherchia coli	96	UFC/100mL	0	NO CUMPLE

Fuente: Reporte de resultados de laboratorio AGUALIMSU S.A.S.

Teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la Resolución 2115 de 2007 (Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial), los resultados para Color, Turbiedad, Cloro Residual, Coliformes totales

y Escherchia coli, no se encuentran dentro de los valores aceptables permisibles, por lo tanto, se establece que no es apta para consumo humano.

8.3.9 Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano.

Para calcular el índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano, se tomó el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social), tal como lo expone la tabla 40.

Tabla 40. Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano, Acueducto regional Pueblo Nuevo - Gigante.

III. Cálculo del Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano. (IRABA p.p)	
III.1 IRABA p.p. = 100 – (IT+IC) (Art. 18 Resolución 2115 de 2007) = 100 – (Puntaje calculado en III.1.1 + puntaje asignado en III.1.2)	Valor del IRABA p.p: 100 – (71 + 20) = <u>9</u>
III.1.1 Índice de Tratamiento (IT). Para calcularlo sumar: puntaje asignado en III.1.1.1 + puntaje calculado en 1.1.2 + puntaje asignado en III. 1.1.3	Valor del IT 50 + 6 +15 = <u>71</u>
III.1.1.1 Descripción del tratamiento. Posibles procesos: Cribado, desarenación, ablandamiento, aireación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, estabilización, tratamiento de lodos, otros.	Puntaje asignado 50
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo.	<u>50</u>
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente.	25
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo.	15
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente.	10
Sólo requiere desinfección y esta se realiza.	50
Sólo realiza desinfección.	15
No hay ningún tipo de tratamiento.	0
III.1.1.2 Dotación básica de laboratorio para la realización de los siguientes ensayos:	
Tres puntos por cada uno: Equipo para pruebas de jarras. Equipo para demanda de Cloro. Equipo para turbiedad. Equipo para color aparente. Equipo para pH.	3 x 2 = <u>6</u>
III.1.1.3 Trabajadores certificados en las normas colombianas de competencia laboral de la titulación 180201002 operaciones de Sistemas de Potabilización de Agua – Nivel 3 o la norma que la modifique, adicione o sustituya.	
Entre el 90% y el 100% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) en la titulación 180201002.	<u>15</u>
Entre el 50% y el 90% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) en la titulación 180201002.	10

Menos del 50% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) en la titulación 180201002.	0
II.1.2 índice de continuidad (IC): para indagar.	Valor del IC 20
0 – 10 Horas/día (INSUFICIENTE) = (0)	
10.1 – 18 Horas/día (NO SATISFACTORIO) = (10)	
19.1 – 23 Horas/día (SUFICIENTE) = (15)	
23.1 – 24 Horas/día (CONTINUO) = (20)	

Fuente: Autores, 2018, con base en el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social).

8.3.10 Buenas prácticas sanitarias.

Para la determinación de las buenas prácticas sanitarias, se tomó como base el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social), tal como lo expone la tabla 41.

Tabla 41. Buenas prácticas sanitarias (BPS) Acueducto regional Pueblo Nuevo - Gigante.

BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS (BPS)				
Aspectos generales de la planta de tratamiento de agua para consumo humano.				
Estado y pertinencia de las instalaciones.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Vía(s) de acceso está(n) en buen estado.	X			
2. Alrededores de las instalaciones de la planta libres de obstáculos.	X			
3. Planta tiene cerramiento.	X			
4. Aseo interior eficiente.	X			
5. Instalaciones de almacenamiento adecuadas.	X			
6. Zonas para el descanso y consumo de alimentos.			X	
7. Servicios sanitarios en calidad suficiente.			X	
8. Estado físico de las edificaciones.	X			
Instrumentación de la planta de tratamiento de agua para consumo.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Medición de caudal de ingreso.		X		
2. Medición de caudal de salida.		X		
3. Medición o estimación de caudal para el lavado de filtros sedimentadores o de drenajes de sedimentadores y otros consumos.			X	
4. Mediciones de niveles en los tanques.			X	
5. Control para determinar el momento del lavado de filtros.		X		
Seguridad industrial y salud ocupacional.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A

1. Manual o protocolo de higiene y seguridad industrial.		X		
2. Programa de salud ocupacional.			X	
3. Señalización y demarcación de las áreas de trabajo.			X	
4. Operarios visten uniformes dotados para el trabajo.			X	
5. Elementos de protección y seguridad.			X	
6. Elementos de control local de emergencias.			X	
Manejo de la información y comunicaciones.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Brinda(n) las condiciones de localización, espacio y distribución que deben cumplirse en estas instalaciones.		X		
2. Equipos de seguridad propios de estas instalaciones.			X	
3. Realizan todos los ensayos físicos, químicos y microbiológicos de control en la red de distribución, de acuerdo a las condiciones establecidas en el capítulo V de la Resolución 2115 de 2007 o las norma que la modifique, o sustituya.		X		
4. Efectúan periódicamente la caracterización del agua cruda y su tratabilidad.		X		
5. Hacen periódicamente el control de los procesos que llevan a cabo: floculación, sedimentación, filtración, desinfección, y ajuste final de pH, etc., es decir, los que procedan.		X		
6. Llevan reportes de control al día.			X	
7. Sistema de gestión para el aseguramiento de la calidad de los resultados físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano.			X	
8. Instalaciones siguen técnicas de aseo y asepsia para los análisis.		X		
Aspectos generales del sistema de distribución				
Estado operativo del sistema de distribución.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Planos de la red de distribución.	X			
2. Red de distribución está sectorizada.	X			
3. Zona donde existe riesgo de contaminación de la red.	X			
4. Registro estadístico de las roturas de tubería y sus causas.			X	
5. Válvulas, purgas e hidrantes para drenar el agua de las tuberías están operables.	X			
6. Equipos y accesorios mínimos para el control de operación de la red.		X		
7. Red de distribución está instrumentada.	X			
Mantenimiento de la red de distribución.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Personal encargado de la operación y mantenimiento de la red de distribución está certificado en sus competencias laborales.	X			
2. Equipos y materiales apropiados para labores de mantenimiento.	X			
3. Equipos para detección de fugas no visibles.			X	
4. Fugas y daños son atendidos oportunamente.	X			

5. Procedimiento para reparación de daños de tuberías y accesorios que eviten la contaminación hacia el interior de estos.	X			
Control de la calidad del agua distribuida.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Tanques y otras estructuras del sistema de distribución se limpian y desinfectan periódicamente.	X			
2. Dispositivos para toma de muestras de agua se atienden oportunamente.		X		
3. Quejas sobre la mala calidad del agua se atienden oportunamente.	X			
4. Toma, preservación y transporte de muestras se hace de acuerdo al manual de instrumentación del Instituto Nacional de Salud – INS.		X		
5. Equipos portátiles para la toma de Cloro residual pH.	X			
CALIFICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS BPS Se suman los valores de las columnas P y No y se anotan.	Puntuación: $P = 12 \times 1 = 12$ $No = 14 \times 2 = 28$ <hr/> <u>40 Puntos.</u>			

Fuente: Autores, 2018, con base en el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social).

8.3.11 Índice de calidad del agua para consumo humano.

Para la determinación el Índice de calidad del agua para consumo humano, se tomó como base el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social), tal como lo expone la tabla 42.

Tabla 42. Índice de calidad del agua para consumo humano, Acueducto regional Pueblo Nuevo - Gigante.

Resultados de los (Índices que evalúan la calidad del agua para consumo humano)					
IRCA p.p = 98,06		IRABA p.p = 9		BPS p.p = 40	
Valores	Resultado	Valores	Resultado	Valores	Resultado
Inviabile sanitariamente 80.1 – 100.	Inviabile sanitariamente 98,06	Riesgo muy alto 70.1 – 100		Riesgo muy alto 71 – 100	
Riesgo alto 35.1 – 80		Riesgo alto 40.1 – 70		Riesgo alto 41 – 70	
Riesgo medio 14.1 – 35		Riesgo medio		Riesgo medio	

		25.1 – 40		11 - 24	40
Sin Bajo 5.1 – 14		Riesgo bajo 10.1 – 25		Riesgo bajo 11 - 24	
Sin riesgo 0 – 5.0		Sin riesgo 0 - 10	Sin riesgo 9	Sin riesgo 0 - 10	

Fuente: Autores, 2018, con base en el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social).

Lv. CONCEPTO SANITARIO POR PERSONA PRESTADORA

FAVORABLE = Cuando el puntaje ponderado está entre 1 – 10

FAVORABLE CON REQUERIMIENTO = Cuando el puntaje ponderado está entre 10.1 – 40

DESFAVORABLE = Cuando el puntaje ponderado está entre 40.1 - 100

El puntaje ponderado obtenido para el acueducto Veredas Pueblo Nuevo, El Tendido, El Recreo, Municipio de Gigante es:

Puntaje= $0.50 * IRCApp + 0.20 * IRABApp + 0.30 * BPSpp = 62,83$ puntos

Por lo anterior, es catalogado como DESFAVORABLE.

8.3.12 Consideraciones

Se recomienda:

- Realizar mantenimiento periódico al sistema de captación (rejilla de fondo) con el objetivo de aumentar la eficiencia del caudal captado.
- Instalar macro medidores a la entrada de la planta de tratamiento y salida con el objetivo de conocer el caudal tratado.
- Es necesario que la junta administradora del acueducto Pueblo nuevo compre un nuevo dosificador Poot Feeder para el sistema de desinfección.
- Hacer un mejoramiento de pintura a la caseta de operaciones, también instalar una sencilla red de energía eléctrica casera para la instalación de bombillos en operaciones nocturnas.
- Hacer Mejoramiento paisajístico de la zona mediante una limpieza continua de pasto y maleza, y así evitar proliferación de insectos.
- Implementar un macro-medidor para tener un control y registros de caudales diarios.

Ver registro fotográfico en el Anexo 2.

8.4 ACUEDUCTO RURAL MIRAGUAS, MUNICIPIO DE ALTAMIRA

El acueducto proveniente de la quebrada Agua Caliente, cubre en su totalidad las veredas Minas y Miraguas del municipio de Altamira y beneficia un total de 220 habitantes. Capta las aguas de la quebrada Agua Caliente, funciona por gravedad y su sistema de captación es por bocatoma de fondo. Este acueducto fue entregado para su funcionamiento en el año de 2009. Las generalidades en cuanto a fuente de captación, captación, distribución, presencia de PTAP, cantidad y tipo, se presentan en la tabla 43.

Tabla 43. Generalidades del acueducto rural Miraguas.

Tabla 2. PRESTACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	
Fuente de captación	Quebrada Aguas Caliente
Captación	Bocatoma de Fondo
Distribución	Gravedad
Tiene PTAP	Si
Cantidad	1
Tipo	Minipack 3

Fuente: Autores, 2018. Información tomada en terreno.

El tanque de almacenamiento y distribución final está localizado en la vereda Miraguas, a 3 metros de distancia de la caseta de operaciones de la PTAP, posee unas dimensiones de 5,5 Metros de lado, 5,5 Metros de ancho y 2,3 Metros de profundidad.

El 100% de la población tienen instalados en sus hogares los medidores para el control del servicio y regular un consumo básico.

8.4.1 Diagnóstico inicial

En la vereda Las Miraguas del municipio de Altamira, se encontró una planta de tratamiento de agua potable (PTAP), Minipack 3, actualmente esta estructura realiza algunos de los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo, por lo cual el agua que llega a los hogares tiene una coloración transparente, lo que infiere que la PTAP realiza de manera idónea el respectivo proceso para que el agua sea potable. El suministro de agua a la comunidad se presta las 24 horas del día, los días en que llueve en exceso se suspende temporalmente el servicio ya que el agua de la quebrada llega con bastantes sedimentos a la PTAP, lo que dificulta su tratamiento.

El día de la toma de la muestra los parámetros *In Situ* reflejan cloro residual en 0,3 mg/lit, un porcentaje moderado de este elemento puesto que la dosificación que se realiza en el momento es a través de Solido por desgaste abrasivo Poot feeder, el cual dosifica para un consumo de 8 días una pastilla de cloro. Este ensayo fue realizado con el kit analizador PANDA POOL PRODUCTS No 012 003 A 001. La

planta de tratamiento de agua potable (PTAP) MINIPACK 3 es de material metálico cuyo tipo de tratamiento de acuerdo, con la descripción de las operaciones es de filtración directa.

8.4.2 Componentes de la PTAP

El acueducto cuenta con una PTAP (Minipack 3), actualmente se encuentra haciendo tratamiento. El caudal de diseño de la planta es de 3 L/seg, por lo cual actualmente el caudal de trabajo es de 3 L/Seg., la PTAP se construyó con lámina metálica y el tratamiento es por filtración directa.

No posee sistema de oxidación, el agua cruda entra a la planta por una tubería de 2" Pulgadas pasando por el dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Sulfato de Aluminio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, causando que los sólidos suspendidos se adhieran y formen floculo de mayor peso y tamaño para que sean retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente, luego por rebose se reparte a 2 filtros de flujo descendente haciendo que el agua nuevamente retenga partículas que pasaron por el primer filtro, estas unidades no presenta corto circuito, además posee dispositivo de descarga de lodos por medio de válvulas. El sistema de funcionamiento es cerrado de flujo confinado a presión, no se presenta cortos circuitos. El tipo de material del lecho filtrante es antracita, arena, grava y gravilla. Seguidamente pasa al nivel de desinfección realizado por el dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Hipoclorito de Calcio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, para llegar posteriormente al tanque de almacenamiento con dimensiones de 5,5 Metros de lado, 5,5 Metros de ancho y 2,3 Metros de profundidad.

La PTAP tiene una caseta de operación segura, tiene cerramiento, no tiene equipo para hacer medición de pH y Cloro residual libre, no tiene equipo para color aparente, no tiene equipo para pruebas de jarras, no tiene equipo para turbiedad, el operario o fontanero no cuenta con elementos de protección personal para la operación de la PTAP, no está certificado por competencias laborales por el SENA sin embargo, ha recibido capacitaciones por parte de AGUAS DEL HUILA, además tienen implementado y documentado un programa de lavado y mantenimiento de la PTAP, el cual determina el lavado de los filtros todos los días y el lavado del tanque de almacenamiento cada 20 días.

8.4.3 Captación

El acueducto de la vereda Miraguas del municipio de Altamira, departamento del Huila, capta las aguas de la quebrada Aguas Caliente, a través de una bocatoma de fondo. Está construida en concreto reforzado y sus dimensiones son: 5 m x 9,13 m x 2 m y espesor de 0.30 m, no presenta fisuras o agrietamientos; sin embargo, el muro lateral izquierdo de contención en su base, presenta daños por socavación,

causados por los enormes crecientes de la quebrada. Esta situación ha ocasionado que el muro, quede predispuesto a una inestabilidad estructural y posteriormente a un volcamiento. La estructura está conformada por un dique y una rejilla de fondo, de dimensiones: 1,90 m x 0,38 m, con un total de 55 varillas, con diámetro cada una de 7/16" y espacio de 2,3 cm entre ellas; además, cuenta con una cámara recolectora de agua, para almacenar un volumen de 11,12 m³.

Desde la bocatoma sale una tubería de 4" en PVC, RDE 21 conduciendo las aguas aproximadamente 12 m hasta llegar al desarenador; esta se encuentra encofrada en toda su trayectoria. Se observó que la tubería no presenta fugas que generen pérdidas de agua o presión.

8.4.4 Desarenador

Estructura de concreto de tipo convencional, ubicado en las coordenadas: 2.13662, -75.65979 y altitud 826 msnm. Sus dimensiones externas son: 1,40 m x 5,70 m x 2 m, con grosor de pared de 0,20 m y volumen de almacenamiento de 11,76 m³. Las válvulas de drenaje se encuentran en perfecto estado.

Es importante resaltar que, los excesos de la captación son devueltos nuevamente a la quebrada Aguas caliente. En términos generales, se encuentra en buen estado estructural, teniendo en cuenta que no presenta fisuras, ni agrietamientos y sus válvulas de cierre y apertura están en óptimas condiciones; sin embargo, se debe realizar un mantenimiento preventivo a su fachada, retirando la maleza que empieza a proliferarse en la parte superior de la estructura.

Del desarenador sale un sistema de aducción, compuesto por una tubería en PVC de 3", RDE 21, con una longitud total aproximada de 1928 m hasta la planta de tratamiento de agua potable; de los cuales, 75 m se transportan sobre viaducto, 50 m están encofrados y los restantes 1803, m se encuentran enterrados.

8.4.5 Aducción

La Aducción para el acueducto de la vereda Miraguas, inicia desde la bocatoma hasta el desarenador donde sale una tubería en PVC de 4", RDE 21, con una longitud total de 12 m, los cuales van encontrados en su totalidad. Del desarenador sale un sistema de aducción, compuesto por una tubería en PVC de 3", RDE 21, con una longitud total aproximada de 1928 m hasta la planta de tratamiento de agua potable; de los cuales, 75 m se transportan sobre viaducto, 50 m están encofrados y los restantes 1803, m se encuentran enterrados. Sobre la longitud total de la tubería se encuentran ubicadas 4 ventosas en condiciones óptimas de funcionamiento y 3 Válvulas de purga que presentan buenas condiciones de operatividad; sin embargo, sobre el trayecto se evidenciaron desaireadores artesanales, los cuales, generan considerables pérdidas de caudal. El sistema de aducción no posee cámaras de quiebre.

8.4.6 Operaciones en el proceso de potabilización

8.4.6.1 Coagulación

Sustancia: Sulfato de aluminio solido en pastillas.

Dosificador: Solido por desgaste abrasivo Poot feeder.

Estado: Bueno.

No posee sistema de oxidación, el agua cruda entra a la planta por una tubería de 2" Pulgadas pasando por el dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Sulfato de Aluminio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, causando que los sólidos suspendidos se adhieran y formen floculo de mayor peso y tamaño para que sean retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente. Posee 3 válvulas de 2", cuyo funcionamiento se encuentra descrito en la tabla 44.

Tabla 44. Detalles de válvulas

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
1	2"	1	Ingreso del agua cruda al dosificador tipo Poot feeder
2	2"	1	Apertura o cierre del paso del Agua con el agente coagulante a la Minipack
3	2"	1	Cerrada permite el ascenso del agua con el agente coagulante a la Minipack_

Fuente: Autores, 2018.

8.4.6.2 Floculación

No posee estructura para la floculación.

8.4.6.3 Sedimentación

No posee estructura para la sedimentación.

8.4.6.4 Filtración

Tipo de filtración: Filtración rápida directa propiamente dicha (sin sedimentación).

Estado: Aceptable.

Una vez se forman floculos de gran peso y tamaño, estos son retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente, luego por rebose se reparte a 2 filtros de flujo descendente haciendo que el agua nuevamente retenga partículas que pasaron por el primer filtro, estas unidades no presentan corto circuito, además posee dispositivo de descarga de lodos por medio de válvulas. Contiene 4 válvulas de 2" cuyo funcionamiento se describe en la tabla 45. El sistema de funcionamiento es cerrado de flujo confinado a presión, no se presenta cortos circuitos. El tipo de material del lecho filtrante es antracita, arena, grava y gravilla.

Tabla 45. Detalles de válvulas.

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
2	2"	1	Ingreso del agua al sistema de filtración de flujo ascendente
3	2"	1	Cerrada permite el ascenso del agua a la PTAP
4y 5	2"	2	Salida del agua filtrada del sistema de filtración de flujo descendente

Fuente: Autores, 2018.

8.4.6.5 Desinfección

Sustancia: Hipoclorito sólido en pastillas.

Dosificador: Sólido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder.

Estado: Regular.

El proceso de desinfección consta de un dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Hipoclorito de Calcio en pastillas, el cual dosifica para un consumo de 8 días una pastilla de clorizide y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción en una tubería de 2", para llegar posteriormente al tanque de almacenamiento con dimensiones de 5,5 Metros de lado, 5,5 Metros de ancho y 2,3 Metros de profundidad. Es de resaltar que, actualmente el dosificador no siempre hace el desgaste de la pastilla en 8 días, en ocasiones toma hasta 15 días su consumo total, lo cual indica una avería en el dosificador. Contiene 1 válvula de 2" cuyo funcionamiento se describe en la tabla 46.

Tabla 46. Detalles de válvulas.

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
6	2"	1	Apertura del agua filtrada al sistema dosificador de cloro

Fuente: Autores, 2018.

8.4.6.6 Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento se encuentra construido en concreto reforzado, su estado estructural superficial se ve en muy buenas condiciones, cuenta con sus respectivos conos de ventilación en tubería de hierro de 3", la cajilla de inspección cuenta con su respectivo candado y cadena de seguridad, el proceso de limpieza y desinfección se realiza cada 20 días. Las dimensiones del tanque son de 5,5 Metros de largo, 5,5 Metros de ancho y 2,3 Metros de profundidad lo que genera una capacidad máxima de almacenamiento de 70 m³. Contiene 2 válvulas de 2" cuyo funcionamiento se describe en la tabla 47. Los resultados del ensayo *In Situ*, se evidencian en la tabla 48.

Tabla 47. Detalles de válvulas.

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
6	2"	1	Válvula de ingreso del agua de la PTAP al tanque
11	2"	1	Válvula de salida del agua del tanque a la red de distribución

Fuente: Autores, 2018.

Tabla 48. Ensayos *In Situ*.

ENSAYOS <i>IN SITU</i>		
pH	7,6	Admisible
Parámetro admisible (6,0 – 8,5)		
Cloro residual	0,3	Admisible
Parámetro admisible (0,3 – 2,0) mg/L		

Fuente: Autores, 2018.

En cuanto al nivel de pH es de 7.6 quiere decir que el agua presenta un nivel admisible, por lo tanto, no requiere corrección en el potencial de Hidrogeno.

8.4.7 Aforo

Caudal de diseño: 3 Lt/sg

Caudal actual: 3 Lt/sg

Aforo realizado en la cámara colectora.

La estructura no cuenta con macromedidores para determinar el caudal de ingreso y/o caudal de salida. El método que se utilizó para determinar este parámetro fue aforo volumétrico, el cual consta de utilizar un recipiente con un volumen ya establecido y determinar el tiempo en que tarda en llenarse en su totalidad. Se utilizó un balde de capacidad de 12 litros, el cual se llenó en un promedio de 4 segundos, esto determina un caudal de 3 Lt/sg. La prueba se realizó en la tubería de conducción que llega al tanque de almacenamiento de diámetro de 2". Este aforo, por ser volumétrico se realizó cinco veces y su promedio es el siguiente:

$$Q = \frac{\text{volumen}}{\text{tiempo}} = \frac{12 \text{ Litros}}{4 \text{ segundos}} = 3 \text{ lit/sg}$$

8.4.8 Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua.

La muestra de agua fue tomada en la llave del lavadero del acueducto de la vereda Miraguas del municipio de Altamira, mediante un tipo de muestreo puntual con una cantidad de 1,25 Litros, posterior a ello, se llevó la muestra al laboratorio AGUALIMSU S.A.S., cuyos valores, resultado de su respectivo análisis, se presentan en la tabla 49.

Tabla 49. Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, Acueducto vereda Miraguas - Altamira.

Parámetros	Resultado	Unid.	Valores aceptables (RES 2115:2007)	Interpretación
FISICOQUÍMICOS				
Color	15	U.P.C	<15	CUMPLE
pH	7,49	Unidades de pH	6,5 – 9,0	CUMPLE
Temperatura	28,5	°C	N.E	N.E
Turbiedad	1,04	UNT	<2	CUMPLE
Cloro residual	0,06	Mg Cl/L	0,3 – 2,0	NO CUMPLE
MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes totales	0	UFC/100mL	0	CUMPLE
Escherchia coli	0	UFC/100mL	0	CUMPLE

Fuente: Reporte de resultados de laboratorio AGUALIMSU S.A.S.

Según dichos resultados, el parámetro de Cloro residual no se encuentra dentro de los valores aceptables según la Resolución 2115 de 2007 (Ministerio de la Protección Social), por lo tanto, se establece que no es apta para consumo humano.

8.4.9 Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano.

Para calcular el índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano, se tomó el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social), tal como lo expone la tabla 50.

Tabla 50. Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano, Acueducto vereda Miraguas – Altamira.

III. Cálculo del Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano. (IRABA p.p)	
III.1 IRABA p.p. = 100 – (IT+IC) (Art. 18 Resolución 2115 de 2007) = 100 – (Puntaje calculado en III.1.1 + puntaje asignado en III.1.2)	Valor del IRABA p.p: 100 – (25 + 20) = <u>55</u>
III.1.1 Índice de Tratamiento (IT). Para calcularlo sumar: puntaje asignado en III.1.1.1 + puntaje calculado en 1.1.2 + puntaje asignado en III. 1.1.3	Valor del IT 15 + 0 +10 = <u>25</u>
III.1.1.1 Descripción del tratamiento. Posibles procesos: Cribado, desarenación, ablandamiento, aireación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, estabilización, tratamiento de lodos, otros.	Puntaje asignado 15
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo.	50
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente.	25
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo.	<u>15</u>
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente.	10
Sólo requiere desinfección y esta se realiza.	50
Sólo realiza desinfección.	15
No hay ningún tipo de tratamiento.	0
III.1.1.2 Dotación básica de laboratorio para la realización de los siguientes ensayos:	
Tres puntos por cada uno: Equipo para pruebas de jarras. Equipo para demanda de Cloro. Equipo para turbiedad. Equipo para color aparente. Equipo para pH.	3 x 0 = <u>0</u>
III.1.1.3 Trabajadores certificados en las normas colombianas de competencia laboral de la titulación 180201002 operaciones de Sistemas de Potabilización de Agua – Nivel 3 o la norma que la modifique, adicione o sustituya.	
Entre el 90% y el 100% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) en la titulación 180201002.	15
Entre el 50% y el 90% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) en la titulación 180201002.	<u>10</u>
Menos del 50% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) en la titulación 180201002.	0
II.1.2 índice de continuidad (IC): para indagar.	Valor del IC 20
0 – 10 Horas/día (INSUFICIENTE) = (0)	
10.1 – 18 Horas/día (NO SATISFACTORIO) = (10)	
19.1 – 23 Horas/día (SUFICIENTE) = (15)	
23.1 – 24 Horas/día (CONTINUO) = (20)	

Fuente: Autores, 2018, con base en el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social).

8.4.10 Buenas prácticas sanitarias.

Para la determinación de las buenas prácticas sanitarias, se tomó como base el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social), tal como lo expone la tabla 51.

Tabla 51. Buenas prácticas sanitarias (BPS) Acueducto vereda Miraguas – Altamira.

BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS (BPS)				
Aspectos generales de la planta de tratamiento de agua para consumo humano.				
Estado y pertinencia de las instalaciones.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Vía(s) de acceso está(n) en buen estado.	X			
2. Alrededores de las instalaciones de la planta libres de obstáculos.	X			
3. Planta tiene cerramiento.		X		
4. Aseo interior eficiente.		X		
5. Instalaciones de almacenamiento adecuadas.		X		
6. Zonas para el descanso y consumo de alimentos.			X	
7. Servicios sanitarios en calidad suficiente.			X	
8. Estado físico de las edificaciones.		X		
Instrumentación de la planta de tratamiento de agua para consumo.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Medición de caudal de ingreso.			X	
2. Medición de caudal de salida.			X	
3. Medición o estimación de caudal para el lavado de filtros sedimentadores o de drenajes de sedimentadores y otros consumos.			X	
4. Mediciones de niveles en los tanques.			X	
5. Control para determinar el momento del lavado de filtros.		X		
Seguridad industrial y salud ocupacional.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Manual o protocolo de higiene y seguridad industrial.			X	
2. Programa de salud ocupacional.			X	
3. Señalización y demarcación de las áreas de trabajo.			X	
4. Operarios visten uniformes dotados para el trabajo.			X	
5. Elementos de protección y seguridad.		X		
6. Elementos de control local de emergencias.		X		
Manejo de la información y comunicaciones.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A

1. Brinda(n) las condiciones de localización, espacio y distribución que deben cumplirse en estas instalaciones.		X		
2. Equipos de seguridad propios de estas instalaciones.			X	
3. Realizan todos los ensayos físicos, químicos y microbiológicos de control en la red de distribución, de acuerdo a las condiciones establecidas en el capítulo V de la Resolución 2115 de 2007 o las norma que la modifique, o sustituya.			X	
4. Efectúan periódicamente la caracterización del agua cruda y su tratabilidad.			X	
5. Hacen periódicamente el control de los procesos que llevan a cabo: floculación, sedimentación, filtración, desinfección, y ajuste final de pH, etc., es decir, los que procedan.			X	
6. Llevan reportes de control al día.		X		
7. Sistema de gestión para el aseguramiento de la calidad de los resultados físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano.			X	
8. Instalaciones siguen técnicas de aseo y asepsia para los análisis.		X		
Aspectos generales del sistema de distribución				
Estado operativo del sistema de distribución.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Planos de la red de distribución.			X	
2. Red de distribución está sectorizada.		X		
3. Zona donde existe riesgo de contaminación de la red.	X			
4. Registro estadístico de las roturas de tubería y sus causas.		X		
5. Válvulas, purgas e hidrantes para drenar el agua de las tuberías están operables.	X			
6. Equipos y accesorios mínimos para el control de operación de la red.		X		
7. Red de distribución está instrumentada.		X		
Mantenimiento de la red de distribución.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Personal encargado de la operación y mantenimiento de la red de distribución está certificado en sus competencias laborales.		X		
2. Equipos y materiales apropiados para labores de mantenimiento.		X		
3. Equipos para detección de fugas no visibles.			X	
4. Fugas y daños son atendidos oportunamente.	X			
5. Procedimiento para reparación de daños de tuberías y accesorios que eviten la contaminación hacia el interior de estos.		X		
Control de la calidad del agua distribuida.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Tanques y otras estructuras del sistema de distribución se limpian y desinfectan periódicamente.	X			

2. Dispositivos para toma de muestras de agua se atienden oportunamente.		X		
3. Quejas sobre la mala calidad del agua se atienden oportunamente.		X		
4. Toma, preservación y transporte de muestras se hace de acuerdo al manual de instrumentación del Instituto Nacional de Salud – INS.			X	
5. Equipos portátiles para la toma de Cloro residual pH.			X	
<p align="center">CALIFICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS BPS</p> <p>Se suman los valores de las columnas P y No y se anotan.</p>		<p align="center">Puntuación:</p> <p align="center">P = 19 x 1 = 19 No = 19 x 2 = 38</p> <hr/> <p align="center"><u>57 Puntos.</u></p>		

Fuente: Autores, 2018, con base en el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social).

8.4.11 Índice de calidad del agua para consumo humano.

Para la determinación el Índice de calidad del agua para consumo humano, se tomó como base el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social), tal como lo expone la tabla 52.

Tabla 52. Índice de calidad del agua para consumo humano, Acueducto vereda Miraguas – Altamira.

Resultados de los (Índices que evalúan la calidad del agua para consumo humano)					
IRCA p.p = 19.35		IRABA p.p = 55		BPS p.p = 57	
Valores	Resultado	Valores	Resultado	Valores	Resultado
Inviabile sanitariamente 80.1 – 100.		Riesgo muy alto 70.1 – 100		Riesgo muy alto 71 – 100	
Riesgo alto 35.1 – 80	Riesgo alto 19.35	Riesgo alto 40.1 – 70	Riesgo alto 55	Riesgo alto 41 – 70	Riesgo alto 57
Riesgo medio 14.1 – 35		Riesgo medio 25.1 – 40		Riesgo medio 11 - 24	
Sin Bajo 5.1 – 14		Riesgo bajo 10.1 – 25		Riesgo bajo 11 - 24	
Sin riesgo 0 – 5.0		Sin riesgo 0 - 10		Sin riesgo 0 - 10	

Fuente: Autores, 2018, con base en el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social).

Lv. CONCEPTO SANITARIO POR PERSONA PRESTADORA

FAVORABLE = Cuando el puntaje ponderado está entre 1 – 10

FAVORABLE CON REQUERIMIENTO = Cuando el puntaje ponderado está entre 10.1 – 40

DESFAVORABLE = Cuando el puntaje ponderado está entre 40.1 - 100

El puntaje ponderado obtenido para el Acueducto vereda Miraguas – Altamira es:

Puntaje= $0.50 * IRCApp + 0.20 * IRABApp + 0.30 * BPSpp = 37.78$ puntos. Por lo anterior, es catalogado como DESFAVORABLE.

8.4.12 Consideraciones

La captación del acueducto de la vereda Miraguas, es dependiente a un distrito de riego, el cual es operado por particulares de la vereda. Esta situación, genera que la junta administradora del acueducto pague 2500 pesos mensuales por usuario, al distrito de riego por la prestación del servicio de captación, lo que ocasiona pérdidas económicas a la junta ya que este valor, equivale al 50% del cobro tarifario por consumo básico por usuario. El sistema de aducción, no funciona de manera eficiente, debido a 4 considerables fugas de agua que generan pérdidas de caudal. Estas fugas son generadas por ventosas artesanales mal selladas, ubicadas en toda la trayectoria de la tubería.

Se recomienda:

- Construir una bocatoma propia para el acueducto de la vereda Miraguas, con el objetivo de ahorrar el 50% del valor pagado por usuario al distrito de riego.
- Reforzar la base del muro lateral izquierdo de contención en la bocatoma.
- Reparar las fugas del agua del sistema de aducción, causadas por la instalación de desaireadores artesanales.
- Implementar un macro-medidor para tener un control y registros de caudales a diario.
- Es necesario el cambio urgente del dosificador de cloro por desgaste abrasivo tipo Poot Feeder, ya que este presenta irregularidad en su funcionamiento, lo que impide una dosificación de cloro constante y regular.
- Hacer Mejoramiento paisajístico de la zona mediante una limpieza continua de pasto y maleza, y así evitar proliferación de insectos.
- Se debe mejorar la organización de los materiales del acueducto como tuberías, accesorios, sulfato de aluminio y cloro granulado

Ver registro fotográfico en el Anexo 2.

8.5 ACUEDUCTO RURAL MINAS, MUNICIPIO DE EL PITAL

El acueducto proveniente de la quebrada El Flautal, cubre en su totalidad las veredas Las Minas y San Miguel del municipio de Pital y beneficia un total de 425 habitantes. Capta las aguas de la quebrada el Flautal, funciona por gravedad y su sistema de captación es por bocatoma de fondo. Este acueducto fue empezado a construir en el año 2006 y entregado para su funcionamiento en el año de 2009. Las generalidades en cuanto a fuente de captación, captación, distribución, presencia de PTAP, cantidad y tipo, se presentan en la tabla 53.

Tabla 53. Generalidades del acueducto rural Minas.

Tabla 2. PRESTACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	
Fuente de captación	El Flautal
Captación	Bocatoma de Fondo
Distribución	Gravedad
Tiene PTAP	Si
Cantidad	1
Tipo	Minipack 3

Fuente: Autores, 2018.

El tanque de almacenamiento y distribución final está localizado en la vereda Las Minas a 4 metros de distancia de la caseta de operaciones de la PTAP, posee unas dimensiones de 4 Metros de lado, 4 Metros de ancho y 3 Metros de profundidad.

El 100% de la población tienen instalados en sus hogares los medidores para el control del servicio y regular un consumo básico, sin embargo, no se está tomando la tarifa de consumo en relación al dato del medidor ya que algunos no están aún bien calibrados, por lo cual se tiene establecido un valor de \$8000 pesos por hogar.

8.5.1 Diagnóstico inicial

En la vereda Las Minas del municipio de Pital, se encontró una planta de tratamiento de agua potable (PTAP), Minipack 3. Actualmente esta estructura realiza algunos de los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo, por lo cual el agua que llega a los hogares tiene una coloración transparente, lo que infiere que la PTAP realiza de manera idónea el respectivo proceso para que el agua sea potable. El suministro de agua a la comunidad se presta las 24 horas del día, los días en que llueve en exceso se suspende temporalmente el servicio ya que el agua de la quebrada llega con bastantes sedimentos a la PTAP, lo que dificulta su tratamiento.

El día de la toma de la muestra, los parámetros en situ reflejaron cloro residual en 0,3 mg/lit, un porcentaje moderado de este elemento puesto que la dosificación que se realiza en el momento es a través de Solido por desgaste abrasivo Poot feeder, el cual dosifica para un consumo de 15 días una pastilla de clorizide 91. Este ensayo

fue realizado con el kit analizador PANDA POOL PRODUCTS No 012 003 A 001. La planta de tratamiento de agua potable (PTAP) MINIPACK 3 es de material metálico cuyo tipo de tratamiento, de acuerdo con la descripción de las operaciones, es de filtración directa.

8.5.2 Componentes de la PTAP

El acueducto cuenta con una PTAP (Minipack 3), actualmente se encuentra haciendo tratamiento. El caudal de diseño de la planta es de 3 L/seg, por lo cual actualmente el caudal de trabajo es de 3 L/Seg., la PTAP se construyó con lámina metálica y el tratamiento es por filtración directa.

No posee sistema de oxidación, el agua cruda entra a la planta por una tubería de 2" Pulgadas pasando por el dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Sulfato de Aluminio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, causando que los sólidos suspendidos se adhieran y formen floculo de mayor peso y tamaño para que sean retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente, luego por rebose se reparte a 2 filtros de flujo descendente haciendo que el agua nuevamente retenga partículas que pasaron por el primer filtro, estas unidades no presenta corto circuito, además posee dispositivo de descarga de lodos por medio de válvulas. El sistema de funcionamiento es cerrado de flujo confinado a presión, no se presenta cortos circuitos. El tipo de material del lecho filtrante es antracita, arena, grava y gravilla. Seguidamente pasa al nivel de desinfección realizado por el dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Hipoclorito de Calcio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, para llegar posteriormente al tanque de almacenamiento con dimensiones de 4 Metros de lado, 4 Metros de ancho y 3 Metros de profundidad.

La PTAP tiene una caseta de operación segura, tiene cerramiento, tiene equipo para hacer medición de pH y Cloro residual libre mediante un equipo de medición visual, no tiene equipo para color aparente, no tiene equipo para pruebas de jarras, no tiene equipo para turbiedad, el operario o fontanero no cuenta con elementos de protección personal para la operación de la PTAP, está certificado por competencias laborales por el SENA, además tienen implementado y documentado un programa de lavado y mantenimiento de la PTAP, el cual determina el lavado de los filtros todos los días y el lavado del tanque de almacenamiento cada 15 días.

8.5.3 Captación

El acueducto de la vereda Las Minas del municipio de El Pital, departamento del Huila, capta las aguas de la quebrada el Flautal, a través de una bocatoma de fondo. Está construida en concreto reforzado y sus dimensiones son: 1.06 m x 2.78 m x 0.4 m y espesor de 0.20 m, no presenta fisuras, agrietamientos o inestabilidad; sin embargo, debido al bajo mantenimiento preventivo que se le realiza, sobre sus paredes exteriores se encuentra una gran proliferación de moho. La estructura está

conformada por una rejilla de fondo, de dimensiones: 0,54 m x 0,36 m, con un total de 16 varillas ubicadas en forma perpendicular al flujo del agua, con diámetro cada una de 3/8" y espacio de 1,3 cm entre ellas; además, cuenta con una cámara recolectora de agua, para almacenar un volumen de 0,34 m³.

Desde la bocatoma sale una tubería de 3" en PVC, RDE 21 conduciendo las aguas aproximadamente 20 m hasta llegar al desarenador; esta se encuentra expuesta sobre la superficie en toda su trayectoria. Se observó que la tubería presenta una pequeña fuga de agua, 2 m previamente a llegar al desarenador.

8.5.4 Desarenador

Estructura de concreto de tipo convencional, ubicado en las coordenadas: 2.23128, -75.89466 y altitud 1870 msnm. Sus dimensiones son: 1,80 m x 4,46 m x 1,80 m, con grosor de pared de 0,20 m y volumen de almacenamiento de 9,22 m³. Las válvulas

de drenaje y del sistema by-pass se encuentran en perfecto estado.

Es importante resalta que los excesos de la captación son devueltos nuevamente a la quebrada El Flautal. En términos generales se encuentra en buen estado estructural, teniendo en cuenta que no presenta fisuras, agrietamientos, inestabilidad y sus válvulas de cierre y apertura están en óptimas condiciones; sin embargo, se debe realizar un mantenimiento preventivo a la fachada, retirando la maleza que se ha proliferado, en las paredes exteriores.

Del desarenador sale un sistema de aducción, compuesto por una tubería en PVC de 3", RDE 21, con una longitud total aproximada de 444 m hasta la planta de tratamiento de agua potable; de los cuales, 22 m se transportan sobre viaducto y los restantes 422 m se encuentran enterrados.

8.5.5 Aducción

La Aducción para el acueducto de la vereda Las Minas, inicia desde la bocatoma hasta el desarenador donde sale una tubería en PVC de 3", RDE 21, con una longitud total de 20 m, los cuales están expuestos sobre la superficie del terreno. Del desarenador sale un sistema de aducción, compuesto por una tubería en PVC de 3", RDE 21, con una longitud total aproximada de 444 m hasta la planta de tratamiento de agua potable; de los cuales, 22 m se transportan sobre viaducto, y los restantes 422 m se encuentran enterrados. Sobre la longitud total de la tubería se encuentra ubicada una sola ventosa, en óptimas condiciones de funcionamiento; sin embargo, sobre el trayecto comprendido entre la bocatoma y el desarenador se evidencio una pequeña fuga de agua, que genera humedad en la pared exterior frontal del desarenador. El sistema de aducción no posee cámaras de quiebre y válvulas de purga.

8.5.6 Operaciones en el proceso de potabilización

8.5.6.1 Coagulación

Sustancia: Sulfato de aluminio solido en pastillas.

Dosificador: Solido por desgaste abrasivo Poot feeder.

Estado: Bueno.

No posee sistema de oxidación, el agua cruda entra a la planta por una tubería de 2" Pulgadas pasando por el dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Sulfato de Aluminio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, causando que los sólidos suspendidos se adhieran y formen floculo de mayor peso y tamaño para que sean retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente.

Se observa el dosificador Poot feeder, utilizado para la adición del coagulante Sulfato de Aluminio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, el cual se dosifica en una tubería de 2" para posteriormente pasar a una tubería de 2" ubicada de manera vertical donde la válvula número 2 determina el paso del agua con el agente coagulante a la Minipack3. Posee 3 válvulas de 2", cuyo funcionamiento se encuentra descrito en la tabla 54.

Tabla 54. Detalles de válvulas.

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
1	2"	1	Ingreso del agua cruda al dosificador tipo Poot feeder
2	2"	1	Apertura o cierre del paso del Agua con el agente coagulante a la Minipack
3	2"	1	Cerrada permite el ascenso del agua con el agente coagulante.

Fuente: Autores, 2018.

8.5.6.2 Floculación

No posee estructura para la floculación.

8.5.6.3 Sedimentación

No posee estructura para la sedimentación.

8.5.6.4 Filtración

Tipo de filtración: Filtración rápida directa propiamente dicha (sin sedimentación).

Estado: Aceptable.

Una vez se forman floculos de gran peso y tamaño estos son retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente, luego por rebose se reparte a 2 filtros de flujo descendente haciendo que el agua nuevamente retenga partículas que pasaron por el primer filtro, estas unidades no presentan corto circuito, además posee dispositivo de descarga de lodos por medio de válvulas. Contiene 4 válvulas de 2" cuyo funcionamiento se describe en la tabla 55. El sistema de funcionamiento es cerrado de flujo confinado a presión, no se presenta cortos circuitos. El tipo de material del lecho filtrante es antracita, arena, grava y gravilla.

Tabla 55. Detalles de válvulas.

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
2	2"	1	Ingreso del agua al sistema de filtración de flujo ascendente
3	2"	1	Cerrada permite el ascenso del agua a la PTAP
4 y 5	2"	2	Salida del agua filtrada

Fuente: Autores, 2018.

8.5.6.5 Desinfección

Sustancia: Hipoclorito sólido en pastillas.

Dosificador: Sólido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder.

Estado: Bueno.

El proceso de desinfección consta de un dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Hipoclorito de Calcio en pastillas, el cual dosifica para un consumo de 15 días una pastilla de clorizide 91% y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción en una tubería de 2", para llegar posteriormente al tanque de almacenamiento con dimensiones de 4 Metros de lado, 4 Metros de ancho y 3 Metros de profundidad. Contiene 1 válvula de 2" cuyo funcionamiento se describe en la tabla 56.

Tabla 56. Detalles de válvulas.

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
6	2"	1	Apertura del agua filtrada al sistema dosificador de cloro

Fuente: Autores, 2018.

8.5.6.6 Tanque de almacenamiento

Capacidad: 48 m³.

El tanque de almacenamiento se encuentra construido en concreto reforzado, su estado estructural superficial se ve en muy buenas condiciones, cuenta con sus respectivos conos de ventilación en tubería de PVC de 2", la cajilla de inspección cuenta con su respectivo candado y cadena de seguridad, el proceso de limpieza y desinfección se realiza cada 15 días. Las dimensiones del tanque son de 4 Metros de largo, 4 Metros de ancho y 3 Metros de profundidad lo que genera una capacidad máxima de almacenamiento de 48 m³. Contiene 2 válvulas de 2" y 3" cuyo funcionamiento se describe en la tabla 57. Los resultados del ensayo *In Situ*, se evidencian en la tabla 58.

Tabla 57. Detalles de válvulas.

DETALLES DE VÁLVULAS			
VÁLVULAS	DIAMETRO (PULGADAS)	CANTIDAD	FUNCIONAMIENTO
6	2"	1	Válvula de ingreso del agua de la PTAP al tanque
10	3"	1	Válvula de salida del agua del tanque a la red de distribución

Fuente: Autores, 2018.

Tabla 58. Ensayos *In Situ*.

ENSAYOS <i>IN SITU</i>		
PH	7,6	Admisible
Parámetro admisible (6,0 – 8,5)		
Cloro residual	0,3	Admisible
Parámetro admisible (0,3 – 2,0) mg/L		

Fuente: Autores, 2018.

En cuanto al nivel de PH es de 7.6 quiere decir que el agua presenta un nivel admisible según la Norma 1552 de 2008, por lo tanto, no requiere corrección en el potencial de Hidrogeno.

8.5.7 Aforo

Caudal de diseño: 3 lit/sg

Caudal actual: 3 lit/sg

Aforo realizado en la cámara colectora.

La estructura no cuenta con macromedidores para determinar el caudal de ingreso y/o caudal de salida. El método que se utilizó para determinar este parámetro fue aforo volumétrico, el cual consta de utilizar un recipiente con un volumen ya establecido y determinar el tiempo en que tarda en llenarse en su totalidad. Se utilizó un balde de capacidad de 15 litros, el cual se llenó en un promedio de 5 segundos, esto determina un caudal de 3 Lt/sg. La prueba se realizó en la tubería de conducción que llega al tanque de almacenamiento de diámetro de 2". Este aforo, por ser volumétrico se realizó cinco veces y su promedio es el siguiente:

$$Q = \frac{\text{volumen}}{\text{tiempo}} = \frac{15\text{Litros}}{5\text{segundos}} = 3 \text{ lit/sg}$$

8.5.8 Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua.

La muestra de agua fue tomada en la llave de la alberca del acueducto de la vereda Las Minas del municipio de El Pital, mediante un tipo de muestreo puntual con una cantidad de 1,25 Litros, posterior a ello, se llevó la muestra al laboratorio AGUALIMSU S.A.S., cuyos valores, resultado de su respectivo análisis, se presentan en la tabla 59.

Tabla 59. Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua, Acueducto vereda Las Minas del municipio de El Pital.

Parámetros	Resultado	Unid.	Valores aceptables (RES 2115:2007)	Interpretación
FISICOQUÍMICOS				
Color	7	U.P.C	<15	CUMPLE
pH	8,26	Unidades de pH	6,5 – 9,0	CUMPLE
Temperatura	17,8	°C	N.E	N.E
Turbiedad	1,3	UNT	<2	CUMPLE
Cloro residual	1,08	Mg Cl/L	0,3 – 2,0	NO CUMPLE
MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes totales	0	UFC/100mL	0	CUMPLE

Escherchia coli	0	UFC/100mL	0	CUMPLE
-----------------	---	-----------	---	--------

Fuente: Reporte de resultados de laboratorio AGUALIMSU S.A.S.

Según dichos resultados, el parámetro de Cloro residual no se encuentra dentro de los valores aceptables según la Resolución 2115 de 2007 (Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial), por lo tanto, se establece que no es apta para consumo humano.

8.5.9 Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano.

Para calcular el índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano, se tomó el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social), tal como lo expone la tabla 60.

Tabla 60. Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano, Acueducto vereda Las Minas del municipio de El Pital.

III. Cálculo del Índice de riesgo por abastecimiento de agua para consumo humano. (IRABA p.p)	
III.1 IRABA p.p. = 100 – (IT+IC) (Art. 18 Resolución 2115 de 2007) = 100 – (Puntaje calculado en III.1.1 + puntaje asignado en III.1.2)	Valor del IRABA p.p: 100 –(66 + 20) = <u>14</u>
III.1.1 Índice de Tratamiento (IT). Para calcularlo sumar: puntaje asignado en III.1.1.1 + puntaje calculado en 1.1.2 + puntaje asignado en III. 1.1.3	Valor del IT 50 + 6 +10 = <u>66</u>
III.1.1.1 Descripción del tratamiento. Posibles procesos: Cribado, desarenación, ablandamiento, aireación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, estabilización, tratamiento de lodos, otros.	Puntaje asignado <u>50</u>
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo.	<u>50</u>
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente.	25
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo.	15
Se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente.	10
Sólo requiere desinfección y esta se realiza.	50
Sólo realiza desinfección.	15
No hay ningún tipo de tratamiento.	0
III.1.1.2 Dotación básica de laboratorio para la realización de los siguientes ensayos:	
Tres puntos por cada uno: Equipo para pruebas de jarras. Equipo para demanda de Cloro. Equipo para turbiedad. Equipo para color aparente. Equipo para pH.	3 x 2 = <u>6</u>
III.1.1.3 Trabajadores certificados en las normas colombianas de competencia laboral de la titulación 180201002 operaciones de Sistemas de Potabilización de Agua – Nivel 3 o la norma que la modifique, adicione o sustituya.	

Entre el 90% y el 100% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) en la titulación 180201002.	15
Entre el 50% y el 90% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) en la titulación 180201002.	<u>10</u>
Menos del 50% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados en al menos 3 de las normas colombianas de competencia laboral (NCL) en la titulación 180201002.	0
II.1.2 índice de continuidad (IC): para indagar.	Valor del IC 20
0 – 10 Horas/día (INSUFICIENTE) = (0)	
10.1 – 18 Horas/día (NO SATISFACTORIO) = (10)	
19.1 – 23 Horas/día (SUFICIENTE) = (15)	
23.1 – 24 Horas/día (CONTINUO) = (20)	

Fuente: Autores, 2018, con base en el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social).

8.5.10 Buenas prácticas sanitarias.

Para la determinación de las buenas prácticas sanitarias, se tomó como base el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social), tal como lo expone la tabla 61.

Tabla 61. Buenas prácticas sanitarias (BPS) Acueducto vereda Las Minas del municipio de El Pital.

BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS (BPS)				
Aspectos generales de la planta de tratamiento de agua para consumo humano.				
Estado y pertinencia de las instalaciones.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Vía(s) de acceso está(n) en buen estado.			X	
2. Alrededores de las instalaciones de la planta libres de obstáculos.		X		
3. Planta tiene cerramiento.	X			
4. Aseo interior eficiente.			X	
5. Instalaciones de almacenamiento adecuadas.		X		
6. Zonas para el descanso y consumo de alimentos.			X	
7. Servicios sanitarios en calidad suficiente.			X	
8. Estado físico de las edificaciones.		X		
Instrumentación de la planta de tratamiento de agua para consumo.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Medición de caudal de ingreso.			X	
2. Medición de caudal de salida.			X	

3. Medición o estimación de caudal para el lavado de filtros sedimentadores o de drenajes de sedimentadores y otros consumos.		X		
4. Mediciones de niveles en los tanques.		X		
5. Control para determinar el momento del lavado de filtros.	X			
Seguridad industrial y salud ocupacional.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Manual o protocolo de higiene y seguridad industrial.			X	
2. Programa de salud ocupacional.			X	
3. Señalización y demarcación de las áreas de trabajo.			X	
4. Operarios visten uniformes dotados para el trabajo.			X	
5. Elementos de protección y seguridad.			X	
6. Elementos de control local de emergencias.			X	
Manejo de la información y comunicaciones.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Brinda(n) las condiciones de localización, espacio y distribución que deben cumplirse en estas instalaciones.		X		
2. Equipos de seguridad propios de estas instalaciones.			X	
3. Realizan todos los ensayos físicos, químicos y microbiológicos de control en la red de distribución, de acuerdo a las condiciones establecidas en el capítulo V de la Resolución 2115 de 2007 o las norma que la modifique, o sustituya.			X	
4. Efectúan periódicamente la caracterización del agua cruda y su tratabilidad.		X		
5. Hacen periódicamente el control de los procesos que llevan a cabo: floculación, sedimentación, filtración, desinfección, y ajuste final de pH, etc., es decir, los que procedan.		X		
6. Llevan reportes de control al día.		X		
7. Sistema de gestión para el aseguramiento de la calidad de los resultados físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano.			X	
8. Instalaciones siguen técnicas de aseo y asepsia para los análisis.			X	
Aspectos generales del sistema de distribución				
Estado operativo del sistema de distribución.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Planos de la red de distribución.			X	
2. Red de distribución está sectorizada.		X		
3. Zona donde existe riesgo de contaminación de la red.			X	
4. Registro estadístico de las roturas de tubería y sus causas.		X		
5. Válvulas, purgas e hidrantes para drenar el agua de las tuberías están operables.	X			
6. Equipos y accesorios mínimos para el control de operación de la red.			X	
7. Red de distribución está instrumentada.			X	
Mantenimiento de la red de distribución.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A

1. Personal encargado de la operación y mantenimiento de la red de distribución está certificado en sus competencias laborales.		X		
2. Equipos y materiales apropiados para labores de mantenimiento.		X		
3. Equipos para detección de fugas no visibles.			X	
4. Fugas y daños son atendidos oportunamente.		X		
5. Procedimiento para reparación de daños de tuberías y accesorios que eviten la contaminación hacia el interior de estos.			X	
Control de la calidad del agua distribuida.	¿Cumple las BPS?			
	Si	P	No	N/A
1. Tanques y otras estructuras del sistema de distribución se limpian y desinfectan periódicamente.		X		
2. Dispositivos para toma de muestras de agua se atienden oportunamente.		X		
3. Quejas sobre la mala calidad del agua se atienden oportunamente.		X		
4. Toma, preservación y transporte de muestras se hace de acuerdo al manual de instrumentación del Instituto Nacional de Salud – INS.			X	
5. Equipos portátiles para la toma de Cloro residual pH.	X			
CALIFICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS BPS	Puntuación: $P = 17 \times 1 = 17$ $No = 23 \times 2 = 46$ <hr style="width: 20%; margin: auto;"/> <u>63 Puntos.</u>			
Se suman los valores de las columnas P y No y se anotan.				

Fuente: Autores, 2018, con base en el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social).

8.5.11 Índice de calidad del agua para consumo humano.

Para la determinación el Índice de calidad del agua para consumo humano, se tomó como base el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social), tal como lo expone la tabla 62.

Tabla 62. Índice de calidad del agua para consumo humano, Acueducto vereda Las Minas del municipio de El Pital.

Resultados de los (Índices que evalúan la calidad del agua para consumo humano)					
IRCA p.p = 19.35		IRABA p.p = 14		BPS p.p = 63	
Valores	Resultado	Valores	Resultado	Valores	Resultado
Inviabile sanitariamente 80.1 – 100.		Riesgo muy alto 70.1 – 100		Riesgo muy alto 71 – 100	
Riesgo alto 35.1 – 80	Riesgo alto 19.35	Riesgo alto 40.1 – 70		Riesgo alto 41 – 70	Riesgo alto 63
Riesgo medio 14.1 – 35		Riesgo medio 25.1 – 40		Riesgo medio 11 - 24	
Sin Bajo 5.1 – 14		Riesgo bajo 10.1 – 25	Riesgo bajo 14	Riesgo bajo 11 - 24	
Sin riesgo 0 – 5.0		Sin riesgo 0 - 10		Sin riesgo 0 - 10	

Fuente: Autores, 2018, con base en el formulario de inspección sanitaria a sistemas de suministro de agua para consumo, Resolución 082 de 2009 (Ministerio de la Protección Social).

Lv. CONCEPTO SANITARIO POR PERSONA PRESTADORA

FAVORABLE = Cuando el puntaje ponderado está entre 1 – 10

FAVORABLE CON REQUERIMIENTO = Cuando el puntaje ponderado está entre 10.1 – 40

DESFAVORABLE = Cuando el puntaje ponderado está entre 40.1 - 100

El puntaje ponderado obtenido para el Acueducto vereda Las Minas del municipio de El Pital es:

Puntaje= 0.50 * IRCApp + 0.20 * IRABApp + 0.30 * BPSpp = 31,37 puntos.

Por lo anterior, es catalogado como DESFAVORABLE.

8.5.12 Consideraciones

El sistema de acueducto de la vereda Minas, funciona de manera eficiente.

Se recomienda:

- Reparar la fuga de agua del sistema de aducción, en el tramo final, comprendido entre la bocatoma y el desarenador.

- Implementar un cronograma de limpieza y mantenimiento preventivo a la bocatoma y el desarenador.
- Implementar un macro-medidor para tener un control y registros de caudales a diario.
- El tanque Minipack 3 presenta puntos de corrosión en su estructura superficial externa, es necesario de manera inmediata que sea pintado con pintura anticorrosión.
- Hacer Mejoramiento paisajístico de la zona mediante una limpieza continua de pasto y maleza, y así evitar proliferación de insectos.
- Se debe mejorar la organización de los materiales del acueducto como tuberías, accesorios, sulfato de aluminio y cloro granulado.

Ver registro fotográfico en el Anexo 2.

9. CONCLUSIONES

Se realizó un diagnóstico hidráulico y sanitario en cinco sistemas de acueductos veredales del departamento del Huila, en los acueductos de las siguientes veredas del departamento del Huila: San Diego del Municipio de Aipe, Vereda Cachimbo del Municipio de Íquira, Vereda Pueblo Nuevo del Municipio de Gigante, Vereda Miraguas del Municipio de Altamira y Vereda Las Minas del Municipio de El Pital.

Se diagnosticó mediante evaluación sanitaria, la eficiencia de todos los procesos que se realizan en la planta de tratamiento de agua potable de los cinco sistemas de acueductos veredales del departamento del Huila, a lo cual se encontró una problemática en cuanto a el bajo caudal que proveen las distintas fuentes hídricas, evitando que el desarenador y la PTAP funcionen correctamente; además de ello, el agua que ingresa por sistema By – pass al tanque de almacenamiento llega con un alto nivel de sedimentos y sólidos en suspensión. Por otro lado, se encontraron problemas de presión, que impiden el ingreso del agua a la PTAP. También se encontró que algunos sistemas de aducción no funcionan correctamente debido a fugas de agua que generan pérdidas de caudal.

Se determinó la calidad de los parámetros de medición para el agua potable (pH, cloro, color, turbiedad, temperatura, coliformes totales y fecales y E-coli), por medio de ensayo *In Situ* y muestras de agua en laboratorio, de los cinco sistemas de acueductos veredales del departamento del Huila, en donde se encontró mayor problemática en los parámetros de cloro, por lo tanto, se ha establecido como agua no apta para consumo humano.

La evaluación hidráulica y sanitaria del acueducto vereda San Diego, municipio de Aipe, permitió identificar que la planta no cuenta con macromedidores para determinar el caudal de ingreso y/o caudal de salida. No cuenta con estructura de laboratorio los equipos utilizados para el control de la calidad del agua distribuida es el kit analizador. La estructura no cuenta con ningún tipo de cerramiento. Por otro lado, se encontró que no presenta fisuras, agrietamientos o inestabilidad por volcamiento; sin embargo, debido al bajo mantenimiento preventivo que se realiza a la estructura y al casi nulo flujo de agua de la quebrada, las hojas que caen sobre esta, se descomponen y adhieren a la pared interior del dique, generando así, un biodeterioro del concreto, evidenciado en proliferación de moho.

El acueducto vereda San Diego, municipio de Aipe, actualmente cuenta con una PTAP (Minipack 3), pero el agua cruda no se encuentra siendo tratada, debido al poco caudal, el alto costo del consumo básico y su estructura presenta mal estado en los dosificadores del sistema de coagulación, el agua está pasando directamente al tanque de almacenamiento por sistema bypass.

El análisis fisicoquímico y microbiológico del agua en el acueducto vereda San Diego, municipio de Aipe, determinó que el agua no es apta para consumo humano, dado que los resultados para Cloro Residual, Coliformes totales y *Escherchia coli*, no se encuentran dentro de los valores aceptables permisibles establecidos en la Resolución 2115 de 2007.

Teniendo en cuenta la evaluación realizada en el acueducto vereda San Diego, municipio de Aipe, se recomienda arreglar los dosificadores ya que estos presentan movimiento no están fijos en la estructura, hacer mejoramiento paisajístico de la zona mediante una limpieza continua de pasto y maleza, escombros y así evitar proliferación de insectos, y, mejorar la organización de los materiales del acueducto como tuberías, accesorios, sulfato de aluminio y cloro granulado.

La evaluación hidráulica y sanitaria del acueducto regional Juancho - Cachimbo - El Recreo, municipio de Íquira, permitió identificar que la planta no cuenta con macromedidores para determinar el caudal de ingreso y/o caudal de salida. No cuenta con estructura de laboratorio, los equipos utilizados para el control de la calidad del agua distribuida es el kit analizador. La estructura no cuenta con ningún tipo de cerramiento. El 100% de la población tienen instalados en sus hogares los micromedidores para el control del servicio y regular un consumo básico.

El acueducto regional Juancho - Cachimbo - El Recreo, municipio de Íquira, actualmente cuenta con una PTAP (Minipack 3), pero el agua cruda no se encuentra siendo tratada, debido al daño en una de las válvulas, esta no deja abrir la mariposa sobre el eje, y al disminuir el área de paso, aumenta la pérdida de carga local en la válvula, reduciendo el flujo. Debido al problema mencionado, el agua está pasando directamente al tanque de almacenamiento por un sistema bypass. El sistema de acueducto funciona en forma eficiente, por sistema By- Pass hasta el tanque de almacenamiento; sin embargo, la junta administradora manifiesta que la planta de tratamiento no está en funcionamiento debido a un problema de presión, el cual impide el ingreso del agua a la PTAP.

El análisis fisicoquímico y microbiológico del agua en el acueducto regional Juancho - Cachimbo - El Recreo, municipio de Íquira, determinó que el agua no es apta para consumo humano, dado que los resultados para Cloro residual, Coliformes totales y *Escherchia coli*, no se encuentran dentro de los valores aceptables según la Resolución 2115 de 2007.

Teniendo en cuenta la evaluación realizada en el acueducto regional Juancho - Cachimbo - El Recreo, municipio de Íquira, se recomienda reparar los 2,5 m de encofrado del sistema de aducción, comprendido entre la bocatoma y el desarenador, amentar la longitud del muro de gavión, ubicado en la base de la bocatoma, con el objetivo de proteger el tramo encofrado a reparar en el sistema de aducción, e implementar macro-medidor para tener un control y registros de caudales a diario en la PTAP. En presiones negativas es recomendable colocar ventosas para el control de masas o bolsas de aire en el fluido y así evitar rotura en tubería de aducción.

La evaluación hidráulica y sanitaria del acueducto de las veredas de Pueblo Nuevo - El Tendido - El Recreo, municipio de Gigante, permitió identificar que la planta capta las aguas de la quebrada La Cuerva, funciona por gravedad y su sistema de captación es por bocatoma de fondo. Actualmente esta estructura realiza algunos

de los procesos requeridos según las características del agua cruda, y su tratamiento es continuo, por lo cual el agua que llega a los hogares tiene una coloración transparente, lo que infiere que la PTAP realiza de manera idónea el respectivo proceso para que el agua sea potable.

No obstante, el análisis fisicoquímico y microbiológico del agua en el acueducto de las veredas de Pueblo Nuevo - El Tendido - El Recreo, municipio de Gigante, determinó que el agua no es apta para consumo humano, dado que los resultados para Color, Turbiedad, Cloro Residual, Coliformes totales y *Escherchia coli*, no se encuentran dentro de los valores aceptables permisibles establecidos en la Resolución 2115 de 2007.

Teniendo en cuenta la evaluación realizada en el acueducto de las veredas de Pueblo Nuevo - El Tendido - El Recreo, municipio de Gigante, se recomienda realizar mantenimiento periódico al sistema de captación (rejilla de fondo) con el objetivo de aumentar la eficiencia del caudal captado, instalar macro medidores a la entrada de la planta de tratamiento y salida con el objetivo de conocer el caudal tratado. Es indispensable adquirir un nuevo dosificador Poot Feeder para el sistema de desinfección, hacer un mejoramiento de pintura a la caseta de operaciones, también instalar una sencilla red de energía eléctrica casera para la instalación de bombillos en operaciones nocturnas, hacer mejoramiento paisajístico de la zona mediante una limpieza continua de pasto y maleza, y así evitar proliferación de insectos, e implementar un macro-medidor para tener un control y registros de caudales diarios.

La evaluación hidráulica y sanitaria del acueducto rural Miraguas, municipio de Altamira, permitió identificar que la planta capta las aguas de la quebrada Agua Caliente, funciona por gravedad y su sistema de captación es por bocatoma de fondo. Actualmente esta estructura realiza algunos de los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo, por lo cual el agua que llega a los hogares tiene una coloración transparente, lo que infiere que la PTAP realiza de maneja idónea el respectivo proceso para que el agua sea potable. Sin embargo, el sistema de aducción, no funciona de manera eficiente, debido a 4 considerables fugas de agua que generan pérdidas de caudal. Estas fugas son generadas por ventosas artesanales mal selladas, ubicadas en toda la trayectoria de la tubería.

El análisis fisicoquímico y microbiológico del agua en el acueducto rural Miraguas, municipio de Altamira, determinó que el agua no es apta para consumo humano, dado que los resultados para Cloro residual, el valor no se encuentra dentro de los valores aceptables según la Resolución 2115 de 2007.

Teniendo en cuenta la evaluación realizada en el acueducto rural Miraguas, municipio de Altamira, se recomienda construir una bocatoma propia para el acueducto de la vereda Miraguas, con el objetivo de ahorrar el 50% del valor pagado por usuario al distrito de riego, reforzar la base del muro lateral izquierdo de contención en la bocatoma, reparar las fugas del agua del sistema de aducción, causadas por la instalación de desaireadores artesanales, implementar un macro-

medidor para tener un control y registros de caudales a diario. Es necesario el cambio urgente del dosificador de cloro por desgaste abrasivo tipo Poot Feeder, ya que este presenta irregularidad en su funcionamiento, lo que impide una dosificación de cloro constante y regular. Se recomienda también, hacer mejoramiento paisajístico de la zona mediante una limpieza continua de pasto y maleza, y así evitar proliferación de insectos.

La evaluación hidráulica y sanitaria del acueducto rural Minas, municipio de el Pital permitió identificar que la planta capta las aguas de la quebrada el Flautal, funciona por gravedad y su sistema de captación es por bocatoma de fondo. Actualmente esta estructura realiza algunos de los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo, por lo cual el agua que llega a los hogares tiene una coloración transparente, lo que infiere que la PTAP realiza de manera idónea el respectivo proceso para que el agua sea potable.

No obstante, el análisis fisicoquímico y microbiológico del agua en el acueducto rural Minas, municipio de el Pital, determinó que el agua no es apta para consumo humano, dado que los resultados para Cloro residual, el valor no se encuentra dentro de los valores aceptables según la Resolución 2115 de 2007.

Teniendo en cuenta la evaluación realizada en el acueducto rural Minas, municipio de el Pital, se recomienda reparar la fuga de agua del sistema de aducción, en el tramo final, comprendido ente la bocatoma y el desarenador, implementar un cronograma de limpieza y mantenimiento preventivo a la bocatoma y el desarenador, implementar un macro-medidor para tener un control y registros de caudales a diario. El tanque Minipack 3 presenta puntos de corrosión en su estructura superficial externa, por lo tanto, es necesario de manera inmediata que sea pintado con pintura anticorrosión. Se debe hacer Mejoramiento paisajístico de la zona mediante una limpieza continua de pasto y maleza, y así evitar proliferación de insectos y se debe mejorar la organización de los materiales del acueducto como tuberías, accesorios, sulfato de aluminio y cloro granulado.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Aguas del Huila. (Consultado en 2018). *DSR Sistema de Información del Diagnóstico Sanitario Rural*. Obtenido de Sitio web Aguas del Huila: <https://dsr.aguasdelaHuila.gov.co/?p=/Reporte&ID=38e41d9b-2462-4a17-9c4a-b9131287b686>
- Alcaldía de Íquira. (2015). *Información general del Municipio de Íquira*. Obtenido de Sitio web Alcaldía de Íquira: http://www.iquira-huila.gov.co/informacion_general.shtml
- Angarita, M. C., Mazabel, C. D., Luna, I., García, R. M., & Bermudez, I. S. (2014). *Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales del salud del municipio de Gigante 2014*. Obtenido de Secretaría de desarrollo social: <http://huila.gov.co/documentos/2015/Salud/ASIS/GIGANTE.pdf>
- Benavides, D. L., Castro, M., & Vizcaíno, H. M. (2006). *Optimización del acueducto por gravedad del municipio de Timaná (Huila)*. Obtenido de Repositorio institucional Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15343/40012062.pdf>
- Berdonces, J. L. (2008). La problemática del tratamiento del agua potable. *Medicina Naturista Vol. 2 No. 2*, 69-75. Obtenido de Rev. Medicina Naturista Vol. 2 No. 2: 69-75.
- Briñez, K., Guarnizo, J., & Arias, S. (2012). *Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima*. Obtenido de Revista Facultad Nacional de Salud Pública, vol. 30, núm. 2, mayo-agosto: <http://www.redalyc.org/pdf/120/12023918006.pdf>
- Díaz, W. T. (2017). *Evaluación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Tena en el departamento de Cundinamarca*. Obtenido de Repositorio institucional Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C.: http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14490/1/Trabajo_21.pdf
- El Tiempo. (2016). *¿Sabe usted dónde se toma la mejor y la peor agua del país?* Obtenido de Redacciones El Tiempo: <http://www.eltiempo.com/multimedia/especiales/calidad-del-agua-en-colombia/16555634/1/index.html>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación 4ª Edición*. Obtenido de McGraw-Hill ISBN: 970-10-5753-8: https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612-mtis_sampieri_unidad_1-1.pdf
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación 6ª Edición*. Obtenido de McGraw Hill: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hincapié, S. J. (2014). *Métodos, tipos y enfoques de investigación*. Obtenido de <http://sanjahingu.blogspot.com.co/2014/01/metodos-tipos-y-enfoques-de.html>
- Leiva, D. H., Mazabel, C. D., & Sánchez, J. A. (2013). *Documento de análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud del*

- municipio de Íquira 2012*. Obtenido de Secretaría de salud de Íquira: <http://huila.gov.co/documentos/2015/Salud/ASIS/IQUIRA.pdf>
- Leiva, E., Perdomo, M., & Sánchez, H. (2016). *Análisis de Situación de Salud con el Modelo de los Determinantes sociales de salud 2016*. Obtenido de Despacho del alcalde. Municipio del Pital Huila: http://old.huila.gov.co/documentos/2016/ASIS%202016/ASIS_PITAL_2016.pdf
- Lizcano, A., Mazabel, C. D., Cuellar, M., & Arenas, M. L. (2014). *Documento de análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud del municipio de Altamira*. Obtenido de Secretaría departamental de salud: <http://huila.gov.co/documentos/2015/Salud/ASIS/ALTAMIRA.pdf>
- Mazabel, C. D., Alvarez, J. E., Charry, G. P., & Valencia, C. (2013). *Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud del municipio de Aipe Huila 2013*. Obtenido de Sitio web Gobernación del Huila: <http://huila.gov.co/documentos/2015/Salud/ASIS/AIPE.pdf>
- MINSALUD. (2015). *Informe nacional de la calidad del agua para consumo humano 2014*. Obtenido de Ministerio de Salud y Protección Social, subdirección de salud ambiental: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/informe-inca-2014.pdf>
- Morales, F. A. (2017). *Diagnóstico técnico operativo del acueducto Asoagua Laguna Verde*. Obtenido de Repositorio institucional Univesidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7297/1/MoralesContrerasFabianAlexander2016.pdf>
- OMS. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- OMS. (2017). *Nota descriptiva: Agua*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>
- Petro, A. K., & Wees, T. d. (2014). *Evaluación de la calidad físicoquímica y microbiológica del agua del municipio de Turbaco - Bolívar, Caribe colombiano*. Obtenido de Repositorio institucional Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia: <http://biblioteca.unitecnologica.edu.co/notas/tesis/0067155.pdf>
- Polo, A. M., & Navia, M. A. (2016). *Evaluación de la eficiencia del sistema de tratamiento de potabilización del acueducto de la vereda Ricabrisa ubicada en el municipio de Tarqui - Huila*. Neiva, Huila: Coroporación Universitaria del Huila - Corhuila.
- Ramírez, N. C. (2015). *Propuesta para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua para los habitantes de la vereda "el tablón" del municipio de Chocontá*. Obtenido de Repositorio institucional Universidad nacional abierta y a distancia UNAD: <http://repository.unad.edu.co:8080/bitstream/10596/3835/7/80394877.pdf>
- RAS. (2000). *Reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico, RAS2000*. Obtenido de República de Colombia. Ministerio de Desarrollo Económico, Bogotá D.C.:

- <http://www.epmsibate.com/images/normatividad/normas/resoluciones/RAS-TITULO-B.pdf>
- Resolución N° 2115. (2007). *Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano*. Obtenido de Ministerio de la Protección Social. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial: http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n_del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf
- Rodríguez, I. A. (2016). *Diagnóstico y recomendaciones para la optimización al sistema en el acueducto veredal de Tarquie, Flandes - Tolima*. Obtenido de Repositorio institucional Universidad de Cundinamarca, Girardot.: <http://dspace.ucundinamarca.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/264/Diagn%C3%B3stico%20y%20Recomendaciones%20para%20la%20Optimizaci%C3%B3n%20al%20Sistema%20de%20Acueducto%20Veredal%20de%20Tarqui%20Flandes%20Tolima.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SIR. (2018). *Fichas de caracterización municipal*. Obtenido de Sistema de Información Regional- SIR. Departamento Nacional de Planeación: <http://web.sirhuila.gov.co/index.php/fichas-dnp/fichas-de-caracterizacion-municipal>
- Sosa, Á. F. (2016). *Diagnóstico del agua potable en el municipio de Silvania, planteando soluciones y alternativas en acueductos auto - sostenibles*. Obtenido de Repositorio institucional Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia: <http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2767/Sosaalvaro2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tratamiento de Aguas. (3 de Noviembre de 2016). *Energía, Agua y sostenibilidad Ambiental*. Recuperado el 25 de Agosto de 2016, de Tratamiento de Aguas: <http://www.tratamientodeaguas.org.mx>
- UNESCO. (2016). *Informe de las Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002441/244103s.pdf>
- Vargas, L. d. (2004). *Procesos Unitarios y Plantas de Tratamiento de Agua para Consumo Humano* (Vol. III). Lima, Peru: Centro Panamericano de ingeniería Sanitaria y ciencias del Ambiente.
- Vargas, L. d. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano*. Obtenido de Organización Panamericana de la Salud, Lima, Perú: <http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/id/5657/BIV00012.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio se basó en un enfoque cuantitativo de investigación que, según Hincapié (2014); “Parte del estudio del análisis de datos numéricos, a través de la estadística, para dar solución a preguntas de investigación o para refutar o verificar una hipótesis”. (pág. 1)

Para Hernández, Fernández y Baptista, el enfoque cuantitativo de investigación “usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”. (pág. 15)

Los hechos característicos de un estudio cuantitativo están dados por los siguientes pasos:

- a) Plantea un problema de estudio delimitado y concreto. Sus preguntas de investigación versan sobre cuestiones específicas.
- b) Una vez planteado el problema de estudio, revisa lo que se ha investigado anteriormente. A esta actividad se le conoce como la revisión de la literatura.
- c) Sobre la base de la revisión de la literatura construye un marco teórico (la teoría que habrá de guiar su estudio).
- d) De esta teoría deriva hipótesis (cuestiones que va a probar si son ciertas o no).
- e) Somete a prueba las hipótesis mediante el empleo de los diseños de investigación apropiados. Si los resultados corroboran las hipótesis o son congruentes con estas, se aporta evidencia en su favor. Si se refutan, se descartan en busca de mejores explicaciones y nuevas hipótesis. Al apoyar las hipótesis se genera confianza en la teoría que las sustenta. Si no es así, se descartan las hipótesis y, eventualmente, la teoría.
- f) Para obtener tales resultados el investigador recolecta datos numéricos de los objetos, fenómenos o participantes, que estudia y analiza mediante procedimientos estadísticos. (Hernández et al., 2006, pág. 14)

Para el desarrollo de la presente investigación se tomaron los datos resultado de la evaluación sanitaria, los análisis fisicoquímicos del agua potable (pH, cloro, color, turbiedad, temperatura, coliformes totales y fecales y E-coli), por medio de ensayo *In Situ* y muestras de agua en laboratorio, y los resultados de la evaluación hidráulica y el estado funcional de la bocatoma, red de aducción, desarenador, red de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio partió de una investigación descriptiva que, según Hernández, Fernández, & Baptista (2014) “buscan especificar las propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (pág. 125).

Por lo anterior, el actual estudio permitió conocer el estado actual de cinco sistemas de acueductos veredales del departamento del Huila, determinando, mediante una evaluación hidráulica del estado funcional de la bocatoma, red de aducción, desarenador, red de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución.

De igual forma, se describió la eficiencia de todos los procesos que se realizan en la planta de tratamiento de agua potable y los parámetros de medición para el agua potable (pH, cloro, color, turbiedad, temperatura, coliformes totales y fecales y E-coli), por medio de ensayo *In Situ* y muestras de agua en laboratorio.

POBLACIÓN

La población objeto de estudio fueron los sistemas de acueductos veredales del departamento del Huila.

MUESTRA

Los diagnósticos se realizaron en los acueductos de las siguientes veredas del departamento del Huila: San Diego del Municipio de Aipe, Vereda Cachimbo del Municipio de Íquira, Vereda Pueblo Nuevo del Municipio de Gigante, Vereda Miraguas del Municipio de Altamira y Vereda Las Minas del Municipio de El Pital.

MÉTODO E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo del presente estudio se llevaron a cabo los siguientes métodos de recolección de la información:

Revisión documental:

Se obtuvo información escrita, para soportar las afirmaciones, análisis o estudios realizados por en el presente estudio. Para ello, fue fundamental tener acceso a la normatividad legal vigente, reportada en el marco normativo del presente estudio.

Por otro lado, se consultaron investigaciones relacionadas al diagnóstico hidráulico y sanitario de diversos sistemas de acueductos, mediante evaluación hidráulica del estado funcional de los procesos que se realizan en las plantas de tratamiento de agua potable.

Diagnóstico:

Se llevó a cabo una evaluación por medio de formularios, cálculos, pruebas químicas *In situ* y laboratorio, las cuales determinaron la calidad del suministro de agua potable a la comunidad. Dichos formularios se encuentran anexos al presente documento.

Aforo:

El método que se utilizó para determinar el caudal volumétrico fue el aforo, el cual consta de utilizar un recipiente con un volumen ya establecido y determinar el tiempo en que tarda en llenarse en su totalidad. Se utilizó un balde de capacidad de 12 litros, el cual se llenó en un promedio de 4 segundos, esto determina un caudal de 3 Lt/sg. La prueba se realizó en la tubería de conducción que llega al tanque de almacenamiento de diámetro de 2”.

$$Q = \frac{\text{volumen}}{\text{tiempo}} = \frac{12 \text{ Litros}}{4 \text{ segundos}} = 3 \text{ lit/sg}$$

SECUENCIA Y ACTIVIDADES

Fase Metodológica 1

- Definición del problema de investigación
- Recolección de la documentación bibliográfica
- Recolección de la información básica de la prestación de servicio

Fase Metodológica 2

- Georreferenciación de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP)
- Estado de las operaciones unitarias de los procesos en la PTAP.
 - ✓ Coagulación (cantidad de agente coagulante, tipo de dosificador y estado funcional)
 - ✓ Floculación
 - ✓ Sedimentación (válvula para el vertimiento de sedimentos)
 - ✓ Filtración (material de lecho filtrante, estado funcional y válvulas de lavado).
 - ✓ Desinfección (cantidad de agente desinfectante, tipo de dosificador y estado funcional)
- Evaluación volumétrica del tanque de almacenamiento (fisuras, agrietamiento y/o volcamiento) mediante observación y aforo volumétrico.

- Evaluación hidráulica a través de la medición de presión con manómetro, funcionalidad de las válvulas, estado funcional de las cámaras de quiebre y estado físico de la Tubería (Diámetro, RDE y Cristalización)
- Diligenciamiento del formulario de la resolución 000082 del 2009 (Ministerio de la Protección Social).

Fase Metodológica 3

- Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua.
 - ✓ Ensayo *in situ* de cloro residual y pH (Kit analizador panda pool productos no 012 003 a 001)
- Evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para agua potable.
 - ✓ Recolección de muestra puntual de agua.
 - ✓ Resultados de laboratorio de cloro, pH, color, turbiedad, temperatura, coliformes totales y *escherichia coli*

Fase Metodológica 4

- Georreferenciación de la captación
- Determinación, inspección y evaluación de la bocatoma.
 - ✓ Medición del caudal de captación mediante aforo volumétrico.
 - ✓ Diámetros y dimensiones de la rejilla.
 - ✓ Dimensiones de la estructura y encofrado.
 - ✓ Evaluación de fisuras, agrietamiento y/o volcamiento
 - ✓ Estado funcional de la tubería de salida.
- Inspección y evaluación del desarenador.
 - ✓ Capacidad de volumen de almacenamiento
 - ✓ Evaluación (fisuras, agrietamiento y/o volcamiento)
 - ✓ Estado funcional de las válvulas de apertura y cierre.
- Inspeccionar y evaluar la red de aducción, conducción y distribución.
 - ✓ Características de la tubería (longitud, material, diámetro y RDE)
 - ✓ Evaluación de las cámaras de quiebre y/o viaductos observando fisuras, agrietamiento y/o volcamiento
 - ✓ Estado funcional de válvulas, collarines y desaireadores.
- Elaboración y entrega de las recomendaciones sanitarias e hidráulicas.

Fase Metodológica 5

- Análisis y resultados de los 5 diagnósticos (uno por acueducto)
- Elaboración del documento final y del artículo científico.
- Revisión y corrección del documento final.
- Entrega y sustentación del proyecto de grado.

Recursos, costos y fuentes de financiación

Humanos:

Los estudiantes Sergio David Sánchez Gutiérrez y Rubén Mauricio Gómez guzmán, con la dirección del profesor Jaime Izquierdo Bautista I.A. MSc, del área de Hidráulica y la codirección de la Ing. Ana Lucia Muños Castelblanco de la empresa Aguas del Huila. S.A E.S.P.

Equipos:

Computador portátil y medios necesarios para la recopilación de información; GPS Garmin etrex Summit HC, kit analizador panda pool products no 012 003 a 001, manómetro, formato resolución 000082 (Ministerio de la Protección Social) y como apoyo bibliográfico el Centro de Documentación del programa de Ingeniería Agrícola.

Tiempo.

El trabajo se desarrollará en 4 meses siendo 3 meses el tiempo de visitas técnicas, sanitarias a las PTAP y de diagnóstico hidráulico de los acueductos, un mes para la evaluación de resultados y elaboración del documento final.

Financieros.

La financiación de este proyecto será asumida por los proponentes: Sergio David Sánchez, Rubén Mauricio Gómez y la empresa Aguas del Huila. S.A E.S.P.

Tabla 63. Cronograma de actividades.

No	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
		s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Definición del problema	■	■										
2	Revisión de Literatura		■	■									
3	Recolección de Información de los Acueductos			■	■								
4	Visita Técnica y Sanitaria a la PTAP												
4.1	Vereda Pueblo Nuevo - Gigante					■							
4.2	Vereda las Minas - El Pital					■							
4.3	Vereda Miraguas - Altamira						■						
4.4	Vereda San Diego - Aipe						■						
4.5	Vereda Cachimbo - Íquira						■						
5	Diagnostico hidráulico y estructural del acueducto												
5.1	Vereda Pueblo Nuevo - Gigante							■					
5.2	Vereda las Minas - El Pital							■					
5.3	Vereda Miraguas - Altamira								■				
5.4	Vereda San Diego - Aipe								■				
5.5	Vereda Cachimbo - Íquira								■				
6	Análisis y comparación de resultados									■	■		
7	Elaboración del documento final, artículo científico											■	
8	Revisión – Correcciones y entrega de proyecto de grado												■

Fuente: autores, 2018.

ANEXO 2. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Registro fotográfico Acueducto Vereda San Diego, Municipio De Aipe

Bocatoma Tipo Dique, del acueducto de la vereda San Diego



Coordenadas geográficas: 3.34623, -75.35815 y altitud de 979 msnm.

Vista frontal de la cámara recolectora del acueducto de la vereda San Diego



Esta estructura no cuenta con algún tipo de protección en la parte superior (tapas en concreto). Coordenadas geográficas: 3.34623, -75.35815 y altitud de 979 msnm.

1(PTAP) MINIPACK 3



Válvula de cierre o corte tanque de almacenamiento, vereda San Diego – Aipe



Las válvulas de cierre y apertura se encuentran en óptimas condiciones para presentar un buen servicio a la comunidad.

Dosificadores sólidos



Dosificadores sólidos por desgaste abrasivo para el proceso de coagulación se encuentran en mal estado estos se mueven con facilidad y no están asegurados en la estructura.

Válvula tipo cortina de salida del sistema



En buen estado.

Válvula de apertura y cierre ubicada al inicio del sistema de aducción.



Sector comprendido entre la cámara recolectora y el desarenador.

Sistema de coagulación PTAP, vereda San Diego – Aipe.



Claramente se observa el dosificador solido por desgaste abrasivo utilizado para la adición de coagulante de Sulfato de Aluminio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, el cual se dosifica en una tubería de 2”.

Tanque de almacenamiento PTAP, vereda San Diego – Aipe



El tanque de almacenamiento tiene dimensiones de (B*A*H) (3.94*3.94. *1.4) cuenta con sus respectivos conos de ventilación de 2” no cuenta con cadenas ni candado.

Sistema de desinfección PTAP, vereda San Diego– Aipe.



Sistema de conducción al tanque de almacenamiento PTAP, vereda San Diego - Aipe.



Sale con tubería de 2 pulgadas al tanque de almacenamiento su válvula de cierre y apertura se encuentran en óptimas condiciones para presentar un buen servicio.

Tubería de conducción



Se observa una tubería de 3” de diámetro la cual proviene por sistema bypass sin tratamiento alguno.

Registro fotográfico Acueducto Regional Juancho - Cachimbo - El Recreo, Municipio De Íquira

Válvula de ingreso PTAP, vereda Juancho-Cachimbo-El Recreo.



Se observa claramente una válvula de cierre y apertura, la cual regula el ingreso del agua por tubería de 2" a la PTAP.

Dosificadores de la PTAP, vereda Juancho-Cachimbo-El Recreo.



Dosificador sólido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, las válvulas apertura y cierre se encuentran en mal estado.

Bocatoma de fondo del acueducto Juancho - Cachimbo.



Coordenadas geográficas: 2.66330, -75.66549 y altitud aproximada 1584 msnm.

Rejilla de captación



Área de 70 cm x 30 cm donde estaba ubicada la rejilla de captación.

Válvula tipo cortina de la tubería de lavado, en buen estado.



Daño en el encofrado del sistema de aducción.



Daño en el encofrado del sistema de aducción comprendido entre la bocatoma y el desarenador. Longitud 2,5 m.

Viaducto del sistema de aducción



Longitud 18 m

Sistema de coagulación PTAP, Juancho-Cachimbo-El Recreo.



Dosificador Poot feeder modelo 320

Sistema de filtración PTAP, vereda Juancho-Cachimbo-El Recreo.



Se observa una tubería de 3" para el desagüe del lavado de filtros, y una tubería de 2", la cual transporta agua con floculos de gran peso y tamaño, estos al ingresar al sistema de filtración son retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente.

Sistema de desinfección PTAP, vereda Juancho-Cachimbo-El Recreo.



Se observa el dosificador sólido por desgaste abrasivo tipo poot feeder, modelo 320, para la desinfección hipoclorito sólido en pastillas cantidad aplicada 200 gr semanal.

Tanque de almacenamiento vereda Juancho-Cachimbo-El Recreo.



El tanque de almacenamiento de dimensiones (B*A*H) = (6*6*2.7) genera una capacidad máxima de almacenamiento de 97 [m] ^3. Cuenta con sus respectivos conos de ventilación en tubería de hierro de 3".

Tubería de conducción al tanque de almacenamiento, Vereda Juancho.



Se observa una tubería de 3" de diámetro la cual proviene del sistema bypass y (PTAP) esta viene sin tratamiento alguno debido al daño en una de las válvulas en la (PTAP)

Registro fotográfico Acueducto de las veredas de Pueblo Nuevo - El Tendido - El Recreo, Municipio De Gigante

Válvula de ingreso PTAP, vereda Pueblo Nuevo – Gigante.



Se observa claramente una válvula de cierre y apertura tipo cortina, la cual regula el ingreso del agua por tubería de 3" a la PTAP.

Vista general de la PTAP, vereda Pueblo Nuevo – Gigante.



Dosificadores de la PTAP, vereda Pueblo Nuevo – Gigante.



Dosificador soldado por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, las válvulas de cierre o corte, la PTAP está dentro de la caseta de operaciones.

Bocatoma de fondo



Coordenada geográfica N 02°18'53, 44" W 75°28'25.57". Tubería en Viaducto de 12" PVC en RDE 41, longitud de 100 metros desde la bocatoma hasta desarenador. Los 20 m de tramo en viaducto se encuentran totalmente cubiertos de moho en todas las superficies por las condiciones climáticas de alta humedad en la región, lo que podría generar daños estructurales en la tubería.

Dosificadores de contingencia PTAP, vereda Pueblo Nuevo – Gigante.



Dosificadores de solución por gravedad de carga regulable.

Viaducto entre la bocatoma y el desarenador.



Se Observa la bocatoma de fondo, la ubicación de las rejillas de dimensiones de 1,40* 0, 50 m y la cámara recolectora la cual tiene una tubería de lavado de 12" y una tubería de aducción de diámetro 12", RDE 41 de longitud de 100 m al desarenador, esta cámara no presenta agrietamiento, ni

inestabilidad por volcamiento y su estado funcional es óptimo.

Sistema de desinfección PTAP, vereda Pueblo Nuevo – Gigante.



Se observa un sistema dosificador de solución por gravedad de carga regulable donde la sustancia utilizada son 1000 gr de hipoclorito granulado disueltos en un recipiente de capacidad de 100 litros de agua.

Tuberías de aducción que ingresan al desarenador.



Se observan las dos tuberías de 10" que ingresan al desarenador, las cuales regulan el caudal de ingreso del agua, a través de las 2 válvulas tipo cortinas ubicadas en la cámara recolectora del desarenador.

Viaducto.



Longitud 30 m, transporta tubería de 8" RDE 41.

Cámara de Quiebre PTAP, vereda Pueblo Nuevo - Gigante



Como se puede observar la cámara de quiebre, reduce la presión del agua a 0 la cual se transporta por tubería de 3", después de su respectivo proceso en la PTAP hacia el tanque de almacenamiento.

Tanque de almacenamiento vereda Pueblo Nuevo – Gigante.



El tanque de almacenamiento tiene dimensiones de 8 metros de ancho, 8 metros de largo y 2,3 de profundidad, cuenta con sus respectivos conos de ventilación de 3".

Sistema de coagulación PTAP, vereda Pueblo Nuevo – Gigante.



Registro fotográfico Acueducto Rural Miraguas, Municipio De Altamira

Dosificadores de la PTAP, vereda Miraguas – Altamira.



Válvula de cierre o corte, vereda Miraguas – Altamira.



Bocatoma de fondo del acueducto Miraguas – Altamira.



Dosificadores solidos por desgaste abrasivo tipo Poot feeder para el proceso de coagulación y proceso de desinfección

Las válvulas de cierre o corte de la salida del sistema de filtración de flujo descendente, la PTAP está dentro de la caseta de operaciones.

Coordenadas geográficas: 2.13651, - 75.65979 y altitud aproximada de 827 msnm.

Rejilla de Captación.



Cámara de Quiebre PTAP, vereda Miraguas – Altamira.



Esta cámara se utiliza para el sistema de lavado de filtros y para aforo de caudal de la PTAP, cerrando la llave al tanque de almacenamiento y abriendo la llave del lavado filtros.

Válvulas tipo cortina de ingreso y salida del agua.



Fuga de agua en el sistema de aducción.



Generado por la instalación de un desaireador artesanal. Se ubicada al comienzo del viaducto.

Tanque de almacenamiento PTAP, vereda Miraguas – Altamira..



El tanque de almacenamiento tiene dimensiones de 5,5 metros de ancho, 5,5 metros de largo y 2,3 de profundidad, cuenta con sus respectivos conos de ventilación de 3”.

Sistema de desinfección PTAP, vereda Miraguas – Altamira.



Se observa el sitio en la tubería de 2”, donde está ubicado el dosificador Sólido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder Modelo 320.

Sistema de coagulación PTAP, vereda Miraguas – Altamira.



Dosificador Poot feeder modelo 320. Claramente se observa el dosificador solido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder, utilizado para la adición de coagulante de Sulfato de Aluminio en pastillas y mezclando finalmente las sustancias por un tubo estático por inserción, el cual se dosifica en una tubería de 2” para posteriormente pasar a una tubería de 2” ubicada de manera vertical donde la válvula número 2 determina el paso del agua con el agente coagulante a la Minipack2.

Sistema de desinfección PTAP, vereda Miraguas – Altamira.



Se observa el dosificador Sólido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder Modelo 320.

Sistema de filtración PTAP, vereda Miraguas – Altamira.



Tubería de 3” la cual transporta el agua del lavado de los filtros.

Registro fotográfico Acueducto Rural Minas, Municipio De El Pital

Dosificadores de la PTAP, vereda Las Minas – Pital.



Dosificadores sólidos por desgaste abrasivo tipo Poot feeder para el proceso de coagulación y proceso de desinfección.

Tanque de almacenamiento PTAP, vereda Las Minas – Pital.



El tanque de almacenamiento tiene dimensiones de 4 metros de ancho, 4 metros de largo y 3 de profundidad, cuenta con sus respectivos conos de ventilación de 2".

Vista general de la PTAP Minipack 3, vereda Las Minas – Pital.



Las válvulas de cierre o corte de la salida del sistema de filtración de flujo descendente, la PTAP está dentro de la caseta de operaciones.

Bocatoma de fondo del acueducto Las Minas – El Pital.



Coordenadas geográficas: 2.23141, -75.89480 y altitud aproximada 1871 msnm.

Rejilla de Captación.



Las varillas están ubicadas en forma perpendicular al flujo del agua.

Fuga de agua en el sistema de aducción, en el tramo final comprendido entre la bocatoma y el desarenador.



Sistema de desinfección PTAP, vereda Las Minas – Pital.



Se observa el dosificador Sólido por desgaste abrasivo tipo Poot feeder Modelo 320.

Dosificador Poot feeder modelo 320.



Sistema de coagulación PTAP, vereda Las minas – Pital.

Sistema de coagulación PTAP, vereda Las minas – Pital.



Sistema de filtración PTAP, vereda Las Minas – Pital.



Se observa una tubería de 2" la cual transporta agua con floculos de gran peso y tamaño, estos al ingresar al sistema de filtración son retenidos en el lecho filtrante de flujo ascendente.

Sistema de filtración PTAP, vereda Las Minas – Pital.



Se observan las salidas del agua (filtrada) de los 2 filtros de flujo descendente.

Sistema de filtración PTAP, vereda Las Minas – Pital.



Tubería de 3" la cual transporta el agua del lavado de los filtros.