

EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA DE LA VEREDA YAYATA BAJA
MUNICIPIO DE SILVANIA-CUNDINAMARCA

**EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA DE LA VEREDA YAYATÁ BAJA,
MUNICIPIO DE SILVANIA-CUNDINAMARCA, DESDE EL PUNTO DE VISTA
FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO E INFRAESTRUCTURA DEL
ACUEDUCTO O SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.**

AUTOR:

ERIKA LISETH TRIANA BARÓN

CORPORACIÓN UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C.

2022



EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA DE LA VEREDA YAYATÁ BAJA

MUNICIPIO DE SILVANIA-CUNDINAMARCA

**EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA DE LA VEREDA YAYATÁ BAJA,
MUNICIPIO DE SILVANIA-CUNDINAMARCA, DESDE EL PUNTO DE VISTA
FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO E INFRAESTRUCTURA DEL
ACUEDUCTO O SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

DIRECTOR:

Dr. RAFAEL ALBERTO FONSECA CORREA

CORPORACIÓN UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C.

2022



NOTA DE ACEPTACIÓN

Una vez realizada la revisión metodológica y técnica del documento final de proyecto de grado, doy constancia de que la estudiante Erika Liseth Triana Barón ha cumplido a cabalidad con los objetivos propuestos, cumple adecuadamente con los Lineamientos de Opción de Grado vigentes del programa de Ingeniería Civil y con las leyes de derechos de autor de la República de Colombia, por tanto, se encuentra preparada para la defensa del mismo ante un jurado evaluador que considere idóneo el Comité de Investigaciones del Programa de Ingeniería Civil de la Universidad Piloto de Colombia.



Dr. Rafael Alberto Fonseca Correa

Director del Proyecto



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar un especial agradecimiento a mi director de tesis, el Dr. Rafael Alberto Fonseca Correa, por su apoyo profesional, rigor, dedicación y paciencia, que me llevaron a alcanzar este gran logro; muchas gracias por cada una de sus orientaciones y la confianza depositada.

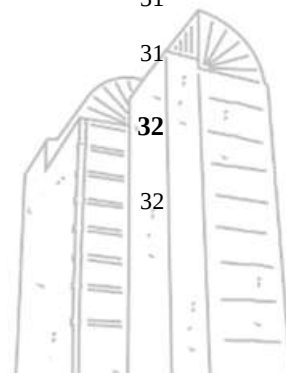
Quiero agradecer a los docentes que me han acompañado en mi formación, pues cada uno ha aportado en mi educación tanto personal como profesional.

Pero más que nada, quiero agradecer a mi familia por su apoyo incondicional y constante, en cada etapa de mi vida, este título es gracias a ellos.

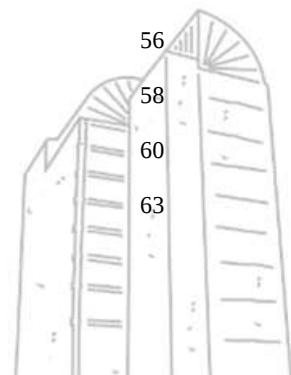


TABLA DE CONTENIDO

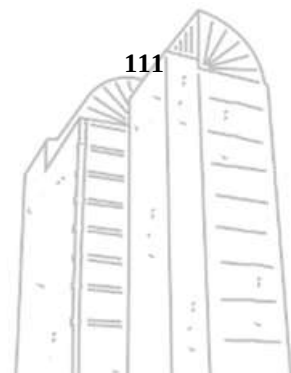
1. LINEA DE INVESTIGACIÓN	15
2. DEFINICIONES	16
1. INTRODUCCIÓN	20
3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
4. OBJETIVOS	22
4.1. Objetivo General	22
4.2. Objetivos específicos	22
5. DISEÑO METODOLÓGICO	23
5.1. Diseño De La Investigación	23
5.2. Enfoque De La Investigación	24
6. MARCO DE REFERENCIA	25
6.1. Antecedentes	25
6.1.1. Demografía	25
6.2. Actividades Económicas	26
6.3. Cobertura De Acueducto Y Alcantarillado	26
7. MARCO GEOGRÁFICO	28
7.1. Localización área de estudio	28
7.1.1. Zonificación climática	30
7.1.2. hidrología	31
7.1.3. Geología	31
7.1.4. Descripción ambiental del municipio	31
8. MARCO CONCEPTUAL	32
8.1. Empresa Prestadora Del Servicio	32



8.2.	Afluente	32
8.3.	Captación	33
8.3.1.	Bocatoma	33
8.3.2.	Bocatoma Lateral	33
8.3.3.	Bocatoma De Fondo	33
8.4.	Aducción	34
9.	MARCO LEGAL	34
10.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	35
10.1.	Trabajo De Campo	35
10.1.1.	Primera visita técnica – 4 septiembre 2021	35
10.1.2.	Segunda visita – 19 octubre 2021	37
10.1.3.	Tercera visita - 18 septiembre 2022	38
11.	MUESTREO Y PARÁMETROS	40
11.1.	Puntos de muestreo	40
11.2.	Parámetros a evaluar	41
12.	RESULTADOS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS	43
12.1.	Caracterización	43
12.2.	Resultados de laboratorios	44
12.2.1.	Potencial de Hidrogeno (pH)	44
12.2.2.	Conductividad	46
12.2.3.	TDS (Total de Sólidos Disueltos)	47
12.2.4.	Color aparente	49
12.2.5.	Turbiedad	51
12.2.6.	Acidez	54
12.2.7.	Alcalinidad	56
12.2.8.	Dureza Total	58
12.2.9.	Dureza Cálrica	60
12.2.10.	Nitratos	63



12.2.11.	Hierro	64
12.2.12.	Sulfatos	65
12.2.13.	Microbiológico - Escherichia coli	67
12.2.14.	Microbiológico - Coliformes Totales	68
12.2.15.	Microbiológico - Recuento de Heterótrofos	69
12.2.16.	Microbiológico - Cloro libre residual	70
12.2.17.	Microbiológico - Cloruros	71
12.2.18.	Microbiológico - Nitritos	72
12.2.19.	Microbiológico - Magnesio	73
12.2.20.	Evaluación del IRCA	74
12.2.21.	Test de Jarras	76
13.	ANÁLISIS FINAL	91
14.	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO	91
14.1.	Opción 1. Filtro	92
14.2.	Opción 2. Filtro	96
15.	RECOMENDACIONES	101
16.	CONCLUSIONES	103
17.	ANEXOS	105
17.1.	Resultados de laboratorio HIDROLAB – Muestra 4	105
17.2.	Resultados de laboratorio HIDROLAB – Muestra 5 Tanque modificado	106
17.3.	certificado de acreditación ONAC 2022 -laboratorio hidrolab	107
17.4.	certificado de acreditación IDEAM 2021 - laboratorio hidrolab	108
17.5.	certificado de acreditación ANAB 2017 -laboratorio hidrolab	109
17.6.	certificado de acreditación ICONTEC 2015 -laboratorio hidrolab	110
18.	BIBLIOGRAFÍA	111



TABLAS

TABLA 1.	CLIMÁTICO MUNICIPIO DE SILVANIA.....	30
TABLA 2.	NORMATIVIDAD.....	34
TABLA 3.	PUNTOS DE MUESTREO.....	40
TABLA 4.	ENSAYOS A REALIZAR.....	41
TABLA 5.	POTENCIAL DE HIDROGENO (pH).....	45
TABLA 6.	CONDUCTIVIDAD.....	46
TABLA 7.	TDS.....	48
TABLA 8.	COLOR APARENTE.....	50
TABLA 9.	TURBIEDAD.....	52
TABLA 10.	ACIDEZ.....	55
TABLA 11.	ALCALINIDAD.....	57
TABLA 12.	DUREZA TOTAL.....	59
TABLA 13.	DUREZA CÁLCICA.....	62
TABLA 14.	NITRATOS.....	63
TABLA 15.	HIERRO.....	65
TABLA 16.	SULFATOS.....	66
TABLA 17.	ESCHERICHIA COLI.....	67
TABLA 18.	COLIFORMES TOTALES.....	68
TABLA 19.	RECuento DE HETERÓTROFOS.....	69
TABLA 20.	COLOR LIBRE RESIDUAL.....	70
TABLA 21.	CLORUROS.....	71
TABLA 22.	NITRITOS.....	72
TABLA 23.	MAGNESIO.....	73
TABLA 24.	PUNTAJE IRCA – MUESTRA 4 TANQUE MODIFICADO.....	74
TABLA 25.	PUNTAJE IRCA – MUESTRA 5 GRIFO COCINA.....	75

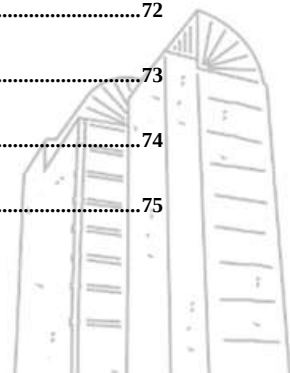


TABLA 26.	VALORES DE TEST DE JARRAS PARA MUESTRA 1 (ACUEDUCTO).....	77
TABLA 27.	VALORES DE TEST DE JARRAS PARA MUESTRA 1 (ACUEDUCTO) Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD.....	82
TABLA 28.	VALORES DE TEST DE JARRAS PARA MUESTRA 2 (TANQUE).....	84
TABLA 29.	VALORES DE TEST DE JARRAS PARA MUESTRA 2 (TANQUE DE ALMACENAMIENTO) Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD.....	89
TABLA 30.	ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES Y SU FUNCIÓN - FILTRO 1.....	92
TABLA 31.	CONSUMO APROXIMADO POR FAMILIA - FILTRO 1.....	94
TABLA 32.	CÁLCULO DE CAUDAL - FILTRO 1.....	94
TABLA 33.	DESCRIPCIÓN CAUDALES Y ESPESORES - FILTRO 1.....	95
TABLA 34.	ESPECIFICACIONES FILTRO 2.....	96
TABLA 35.	CONSUMO APROXIMADO POR FAMILIA - FILTRO 2.....	98
TABLA 36.	CÁLCULO DE CAUDAL - FILTRO 2.....	98
TABLA 37.	DESCRIPCIÓN CAUDALES Y ESPESORES - FILTRO 2.....	99
TABLA 38.	PERIODICIDAD CAMBIO DE MATERIALES PARA FILTROS.....	101

GRÁFICOS

GRÁFICO 1.	POBLACIÓN POR SEXO	25
GRÁFICO 2.	NÚMERO DE PERSONAS POR HOGAR	26
GRÁFICO 3.	COBERTURA DE ACUEDUCTO	27
GRÁFICO 4.	COBERTURA DE ACUEDUCTO A NIVEL CUNDINAMARCA	28
GRÁFICO 5.	MAPA CON LA UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL MUNICIPIO	29
GRÁFICO 6.	COMPARACIÓN RESULTADOS pH	45
GRÁFICO 7.	COMPARACIÓN RESULTADOS CONDUCTIVIDAD.....	47
GRÁFICO 8.	COMPARACIÓN RESULTADOS TDS.....	49
GRÁFICO 9.	COMPARACIÓN RESULTADOS COLOR APARENTE.....	51
GRÁFICO 10.	COMPARACIÓN RESULTADOS TURBIEDAD.....	53

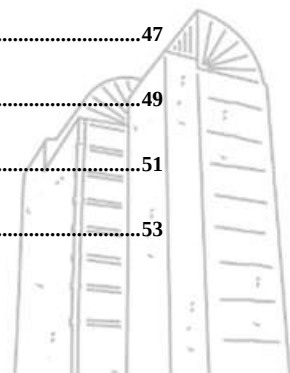


GRÁFICO 11.	COMPARACIÓN RESULTADOS ACIDEZ	55
GRÁFICO 12.	COMPARACIÓN RESULTADOS ALCALINIDAD	57
GRÁFICO 13.	COMPARACIÓN RESULTADOS DUREZA TOTAL	60
GRÁFICO 14.	COMPARACIÓN RESULTADOS DUREZA CÁLCICA	62
GRÁFICO 15.	COMPARACIÓN RESULTADOS NITRATOS	64
GRÁFICO 16.	COMPARACIÓN RESULTADOS HIERRO	65
GRÁFICO 17.	COMPARACIÓN RESULTADOS SULFATOS	66
GRÁFICO 18.	COMPARACIÓN RESULTADOS ESCHERICHIA COLI	67
GRÁFICO 19.	COMPARACIÓN RESULTADOS COLIFORMES TOTALES	68
GRÁFICO 20.	COMPARACIÓN RESULTADOS RECuento DE HETERÓTROFOS	69
GRÁFICO 21.	COMPARACIÓN RESULTADOS CLORO LIBRE RESIDUAL	70
GRÁFICO 22.	COMPARACIÓN RESULTADOS CLORUROS	71
GRÁFICO 23.	COMPARACIÓN RESULTADOS NITRITOS	72
GRÁFICO 24.	COMPARACIÓN RESULTADOS MAGNESIO	73
GRÁFICO 25.	TURBIEDAD VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO	78
GRÁFICO 26.	CONDUCTIVIDAD VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO	79
GRÁFICO 27.	PH VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO	79
GRÁFICO 28.	TDS VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO	80
GRÁFICO 29.	COLOR VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO	80
GRÁFICO 30.	ALCALINIDAD VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO	81
GRÁFICO 31.	ACIDEZ VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO	81
GRÁFICO 32.	ALCALINIDAD Y pH VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO	82
GRÁFICO 33.	TURBIEDAD VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO	85
GRÁFICO 34.	CONDUCTIVIDAD VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO	86
GRÁFICO 35.	PH VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO	86
GRÁFICO 36.	TDS VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO	87

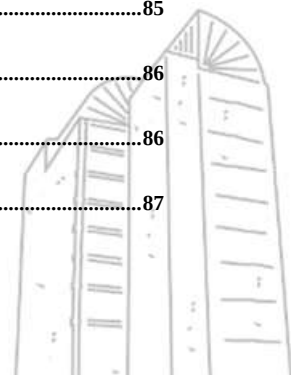
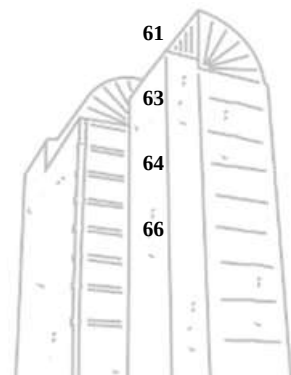


GRÁFICO 37.	COLOR VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO.....	87
GRÁFICO 38.	ALCALINIDAD VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO.....	88
GRÁFICO 39.	ACIDEZ VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO.....	88
GRÁFICO 40.	ALCALINIDAD Y pH VS CONCENTRACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO	89

ILUSTRACIONES

ILUSTACIÓN 1.	CASA PRINCIPAL – FINCA MONSERRATE	36
ILUSTACIÓN 2.	CASA DE ALQUILER – FINCA MONSERRATE	36
ILUSTACIÓN 3.	ESTABLECIMIENTO AGROPECUARIO – FINCA MONSERRATE	37
ILUSTACIÓN 4.	TANQUE DE ALMACENAMIENTO – FINCA MONSERRATE	37
ILUSTACIÓN 5.	ADECUACIÓN TANQUE DE ALMACENAMIENTO – FINCA MONSERRATE	38
ILUSTACIÓN 6.	MUESTRA EN TANQUE – FINCA MONSERRATE	39
ILUSTACIÓN 7.	MUESTRA EN GRIFO COCINA – FINCA MONSERRATE	39
ILUSTACIÓN 8.	REGISTROS Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS – FINCA MONSERRATE	40
ILUSTACIÓN 9.	ACREDITACIÓN HIDROLAB	43
ILUSTACIÓN 10.	MEDICIÓN pH.	44
ILUSTACIÓN 11.	MEDICIÓN COLOR APARENTE.	50
ILUSTACIÓN 12.	MEDICIÓN TURBIEDAD.	52
ILUSTACIÓN 13.	MEDICIÓN ACIDEZ – FENOLFTALEÍNA PARA DETERMINAR LA ACIDEZ	54
ILUSTACIÓN 14.	MEDICIÓN ALCALINIDAD - METIL NARANJA PARA DETERMINAR ALCALINIDAD.	56
ILUSTACIÓN 15.	MEDICIÓN DUREZA TOTAL – BUFFER Y NEGRO DE ERICROMO.	58
ILUSTACIÓN 16.	MEDICIÓN DUREZA CÁLCICA – HIDRÓXIDO DE SODIO Y MUREXIDA.	61
ILUSTACIÓN 17.	MEDICIÓN NITRATOS	63
ILUSTACIÓN 18.	MEDICIÓN HIERRO	64
ILUSTACIÓN 19.	MEDICIÓN SULFATOS	66



ILUSTACIÓN 20.	MEDICIÓN TEST DE JARRAS	77
ILUSTACIÓN 21.	DISEÑO FILTRO MATERIALES ESPECIALES CON MAYOR FILTRACIÓN	92
ILUSTACIÓN 22.	ESPECIFICACIONES FILTRO 1	93
ILUSTACIÓN 23.	DISEÑO FILTRO MATERIALES COMUNES	96
ILUSTACIÓN 24.	ESPECIFICACIONES FILTRO 2	97



RESUMEN

En el acueducto veredal Yayatá baja del municipio de Silvania Cundinamarca, se presenta una problemática medio ambiental debido a la calidad de agua que suministra a sus pobladores; el consumo de fuentes no tratadas puede generar problemas para la salud de los consumidores.

El enfoque está en el Lote numero 1 finca Monserrate, tomando esté como polígono de intervención debido a que es uno de los últimos usuarios que se beneficia del servicio; de acuerdo a la inspección realizada inicialmente, los residentes utilizan un tanque de almacenamiento de agua, sin embargo no cuentan con un mantenimiento periódico lo que adicionalmente genera un alto grado de contaminación de acuerdo a la sedimentación de sólidos, gérmenes y bacterias que aumentan el riesgo de contraer enfermedades al consumirla.

El suministro de agua es una necesidad esencial para todas las personas, por esta razón se realiza este estudio para evaluar la calidad del agua desde el punto de vista fisicoquímico y microbiológico del sistema de distribución, con el fin de que impacte de manera positiva para la mejora en la calidad de agua del consumo de las personas que residen en la finca Monserrate.



ABSTRACT

In the Yayatá Baja village aqueduct of the municipality of Silvania Cundinamarca, there is an environmental problem due to the quality of water that it supplies to its inhabitants; consumption of untreated sources can cause health problems for consumers.

The focus is on Lot number 1 Monserrate farm, taking it as an intervention polygon because it is one of the last users to benefit from the service; According to the initial inspection, the residents use a water storage tank, however they do not have regular maintenance, which additionally generates a high degree of contamination according to the sedimentation of solids, germs and bacteria that increase the risk. of contracting diseases by consuming it.

Water supply is an essential need for all people, for this reason this study is carried out to evaluate the quality of water from the physicochemical and microbiological point of view of the distribution system, in order to positively influence the improvement of quality of the water consumed by the people residing in the Monserrate farm.



1. LINEA DE INVESTIGACIÓN

- Línea de Investigación Institucional: Hábitat, biodiversidad y tecnologías sostenibles – HBTS.
- Línea de Investigación del programa: Sostenibilidad de la Infraestructura.
- Línea de Investigación grupo de Investigación: Gestión y tecnologías del agua.
- Nombre del semillero de Investigación: Gestión de la Infraestructura para el desarrollo.



2. DEFINICIONES

- **Agua cruda:** es el agua natural que no ha sido sometida a proceso de tratamiento para su potabilización.
- **Agua potable o agua para consumo humano:** es aquella que, por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en el presente decreto y demás normas que la reglamenten, es apta para consumo humano. se utiliza en bebida directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal.
- **Análisis microbiológico del agua:** son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.
- **Análisis básicos:** es el procedimiento que se efectúa para determinar turbiedad, color aparente, pH, cloro residual libre o residual de desinfectante usado, coliformes totales y *Escherichia coli*.
- **Análisis complementarios:** es el procedimiento que se efectúa para las determinaciones físicas, químicas y microbiológicas no contempladas en el análisis básico, que se enuncian en la presente resolución y todas aquellas que se identifiquen en el mapa de riesgo.
- **Análisis físico y químico del agua:** son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas.



- **Buenas prácticas sanitarias:** son los principios básicos y prácticas operativas generales de higiene para el suministro y distribución del agua para consumo humano, con el objeto de identificar los riesgos que pueda presentar la infraestructura.
- **Característica:** término usado para identificar elementos, compuestos, sustancias y microorganismos presentes en el agua para consumo humano.
- **Calidad del agua:** es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia.
- **Cloro residual libre:** es aquella porción que queda en el agua después de un período de contacto definido, que reacciona química y biológicamente como ácido hipocloroso o como ión hipoclorito
- **Coliformes:** bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO_2) en un plazo de 24 a 48 horas. Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano.
- **Color aparente:** es el color que presenta el agua en el momento de su recolección sin haber pasado por un filtro de 0.45 micras.
- **Escherichia coli - e-coli:** bacilo aerobio Gram Negativo no esporulado que se caracteriza por tener enzimas específicas como la galactosidasa y glucoronidasa. Es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano.



- **Fuente de abastecimiento:** depósito o curso de agua superficial o subterránea, utilizada en un sistema de suministro a la población, bien sea de aguas atmosféricas, superficiales, subterráneas o marinas.
- **IRCA:** el índice de riesgo de la calidad del agua (IRCA) es la metodología por la cual se evalúan los resultados de los análisis de muestras de agua para consumo (decreto 1575 de 2007). realizando el proceso de recolección y consolidación mensual de los cálculos de las muestras para los otros sistemas de abastecimiento diferentes a la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB).
- **Planta de tratamiento o de potabilización:** conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable.
- **Puntos de muestreo en red de distribución:** son aquellos sitios representativos donde se realiza la recolección de la muestra de agua para consumo humano en la red de distribución, de acuerdo con lo definido entre la autoridad sanitaria y la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano.
- **Población servida o atendida:** es el número de personas abastecidas por un sistema de suministro de agua.
- **Red de distribución o red pública:** es el conjunto de tuberías, accesorios, estructura y equipos que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta las acometidas domiciliarias
- **Riesgo:** probabilidad de que un agente o sustancia produzca o genere una alteración a la salud como consecuencia de una exposición al mismo.



- **Tratamiento o potabilización:** es el conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla apta para el consumo humano.
- **Valor aceptable:** es el establecido para la concentración de un componente o sustancia, que garantiza que el agua para consumo humano no representa riesgos conocidos a la salud.



1. INTRODUCCIÓN

El acueducto rural vereda Yayatá, está localizado en la vereda de Yayatá en el municipio de Silvania, provincia del Sumapaz, departamento de Cundinamarca, a 44 Km de la capital Bogotá, esta organización de carácter privado y sin ánimo de lucro abastece de agua a los pobladores de la zona rural de la vereda, usando el recurso hídrico principalmente para actividades Agrícolas y consumo humano, el servicio se presta de manera intermitente y con agua cruda tomada de la quebrada denominada Murillo.

Así bajo estas condiciones de prestación de servicio, la problemática del acueducto es principalmente el suministro de agua no potable, donde no se cumple con la resolución 2115 de 2007 de saneamiento básico del agua para el consumo humano, por lo cual las condiciones físicas y microbianas y químicas del agua suministrada afecta directamente la salubridad de los usuarios, es por eso que se tomará la finca Monserrate Lote 1 Sector Las Palmas, donde se desarrollará la propuesta como prototipo de implementación para los demás usuarios de la vereda. Este predio tiene una extensión de una fanegada en donde se encuentra una casa principal, zona de árboles frutales, una cabaña y un galpón.

Por esta razón se realizó una visita al predio donde se recolectó la información de la infraestructura, tanque de almacenamiento, sistema de distribución y se escuchó sobre la problemática en la prestación del servicio, se realizaron tomas de muestras de agua del acueducto veredal y de la cocina del hogar, y se determinó la calidad del agua evaluando sus propiedades fisicoquímicas según Índice de Riesgo para la Calidad de Agua Potable (IRCA) y la Resolución 2115 del 2007, se interpretaron los resultados de las muestras y se elaboraron propuestas para gestionar posibles alternativas de solución.



3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El acueducto rural vereda Yayatá, está localizado en la vereda de Yayatá en el municipio de Silvania departamento de Cundinamarca, esta asociación sin ánimo de lucro provee el servicio de acueducto a la vereda de Yayatá y parte del casco urbano, tomando el agua desde la parte alta de la quebrada denominada Murillo. La propuesta consiste en realizar los estudios al líquido suministrado por la asociación, para determinar factores fisicoquímicos y microbiológicos con el fin de establecer si el agua es potable o no.

Siendo este acueducto rural de la vereda de Yayatá una fuente principal de abastecimiento de agua para el sector, es necesario conocer la calidad de este recurso hídrico ya que en el sector es la única fuente de uso tanto para humanos como para diferentes granjas. Esto nos lleva a plantearnos la siguiente pregunta de investigación, ¿Cuál es la calidad del agua recibida por los usuarios del acueducto de la vereda de Yayatá del municipio de Silvania Cundinamarca y que soluciones mejorarían la calidad del servicio para la comunidad? Con esto se pretende dar solución desde el punto de vista ecosistémico y de impacto con un componente de proyección social.



4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la calidad del agua suministrada por el acueducto rural vereda Yayatá Baja, en el municipio de Silvania, tomando como usuario final la finca Monserrate.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recolectar y analizar información disponible en cuanto al estado de la calidad del recurso hídrico que se distribuye en la vereda Yayatá por el acueducto rural.
- Analizar las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua que se distribuye en la vereda Yayatá y como ultimo usuario llega a la finca Monserrate, en donde se ubica el polígono de intervención.
- Determinar si el agua potable utilizada en la finca Monserrate cumple con todos los parámetros normativos necesarios para catalogarla como apta para consumo humano, dando a conocer los hallazgos del estudio realizado.
- Con base a los resultados, generar un diagnóstico y proponer acciones de mejora en el tratamiento del agua.



5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En el desarrollo de esta investigación se utiliza la metodología de investigación-acción, este tipo de metodología se ocupa del estudio de una problemática social específica y que requiere solución y que afecta a un cierto grupo de personas.

Según Creswell (2014, p. 577), *"la investigación acción "se asemeja a los métodos de investigación mixtos, dado que utiliza una colección de datos de tipo cuantitativo, cualitativo o de ambos, sólo que difiere de éstos al centrarse en la solución de un problema específico y práctico"*.

En el desarrollo de la investigación metodológica se realizaron actividades encaminadas a registrar, recopilar, observar y planificar soluciones de potabilización de agua en el acueducto de la vereda de Yayatá, Las actividades Fueron las siguientes:

- Se realizó una visita al acueducto rural Vereda Yayatá – Municipio Silvania, y se determinó que la finca “Lote numero 1 finca Monserrate” sería nuestro polígono de intervención al ser uno de los usuarios finales que son beneficiados con la prestación del servicio.
- Se realizó visita a la finca Monserrate, en donde se hizo un recorrido e inspección de toda su red hidráulica, se hablaron temas como suministro de agua, calidad de la misma, red de distribución e intermitencia del servicio.
- Se obtuvo documentación del acueducto rural Vereda Yayatá.
- Con la asesoría del Tutor de la tesis se plantearon las posibilidades para abordar la problemática del Acueducto.



- Se profundizo en la investigación mediante el trabajo de campo, se realizó una visita para recolectar muestras de agua y así poder determinar la calidad del agua que está llegando al predio.
- Se realizaron los ensayos de laboratorio de las muestras de agua tomadas.

5.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

En el enfoque de la investigación se opta por manejar un enfoque mixto, con el enfoque cuantitativo asumimos el proceso investigativo desde una lógica educativa, de tal manera que iremos de lo teórico hacia los datos.

Desde el enfoque cualitativo el proceso investigativo partirá de los datos hacia las construcciones teóricas. (Hernández Sampieri, R, Fernández, C & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. (Quinta Edición). México D.F, México: McGraw-Hill).

Se analizaron los datos obtenidos mediante los laboratorios de las diferentes muestras de agua del acueducto rural Vereda Yayatá – Municipio Silvania, se hizo el comparativo con la resolución 2115 de 2017 de donde obtenemos los parámetros permisibles para el agua potable y que comparándolo con los estudios realizados pudimos determinar la calidad del agua suministrada en nuestro polígono de investigación.

Con los resultados obtenidos se ofrecen alternativas para el tratamiento del agua, para que sea potable y segura para los usuarios del acueducto veredal, soluciones que pueden ser adaptadas por cada uno de los usuarios de este acueducto.



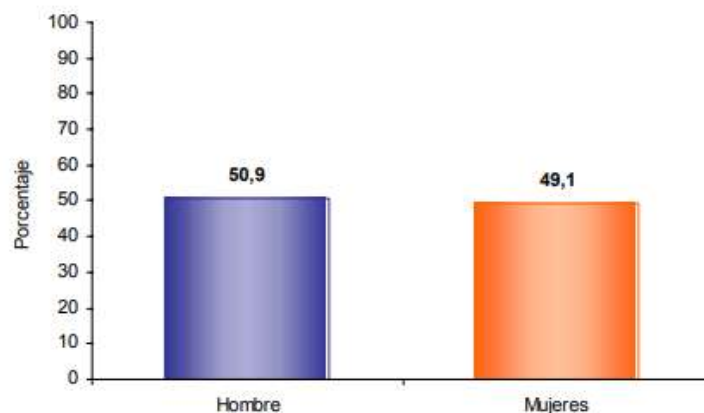
6. MARCO DE REFERENCIA

6.1. ANTECEDENTES

6.1.1. DEMOGRAFÍA

El último censo del departamento administrativo nacional de estadística del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), registra para el municipio de Silvana una población de 20.581 habitantes, con un total de 7434 hogares y 2406 hogares de uso temporal, del total de la población de Silvana el 50,9% son hombres y el 49,1% mujeres.

Gráfico 1. Población por sexo

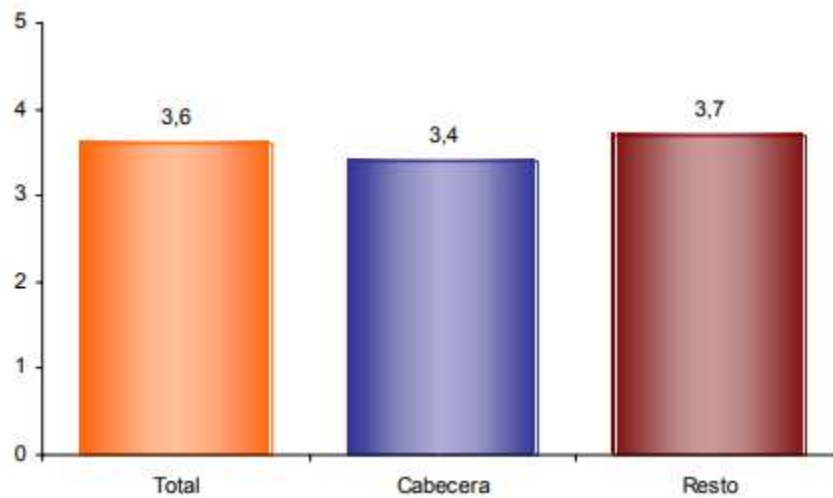


Fuente: VIHOPE CNPV 2018– Dane.
(Sistema de Estadísticas Territoriales, 2018, p. 2).

El número de personal por hogar es de 3.6 personas, el *Grafico 2* presenta esta distribución.



Gráfico 2. Número de personas por Hogar



Fuente: VIHOPE CNPV 2018– Dane.
(Sistema de Estadísticas Territoriales, 2018, p. 1).

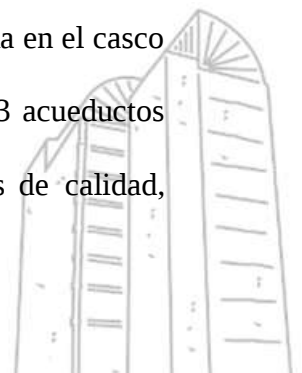
6.2. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

El municipio posee una vocación netamente agrícola y pecuaria, ocupando la primera un 18,7% del territorio del municipio y la segunda un 39,6%. el café, la mora y el tomate de árbol son los principales productos, el territorio restante está disponible para actividades de pastoreo.

La incidencia de la economía en el estilo de vida de los pobladores se deriva de los ingresos obtenidos por las labores del campo y la explotación de la tierra, también por actividades de comercio a lo largo de la carretera panamericana que conduce a la capital.

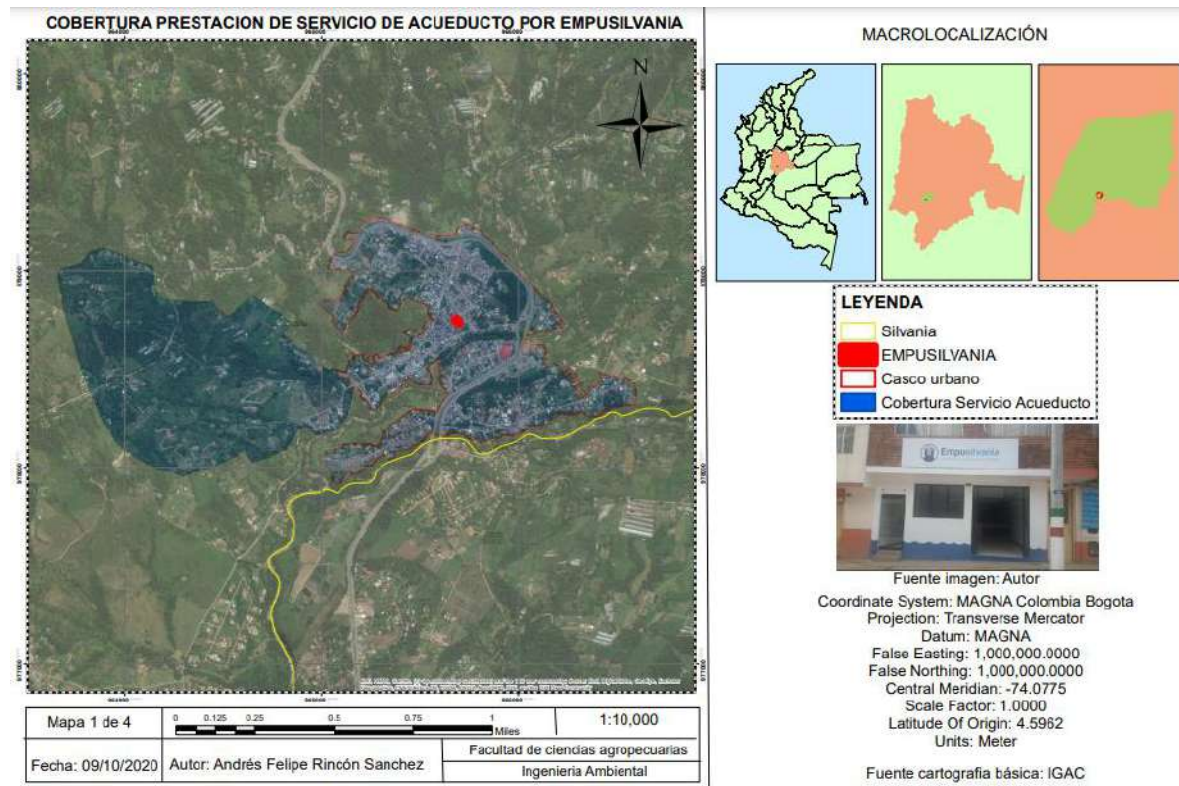
6.3. COBERTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

El servicio de Acueducto en Silvania, llega al 98.4% con agua tratada en el casco urbano y en el centro poblado de Subía, y tan solo al 25,8% rural, con 43 acueductos veredales que suministran el agua a los hogares con deficientes criterios de calidad,



cobertura y continuidad. En cuanto al servicio de Aseo y Alcantarillado se tiene una cobertura urbana del 94,8%, mientras que en el sector rural tan solo llega el servicio al 4.9% de las viviendas.

Gráfico 3. Cobertura de acueducto

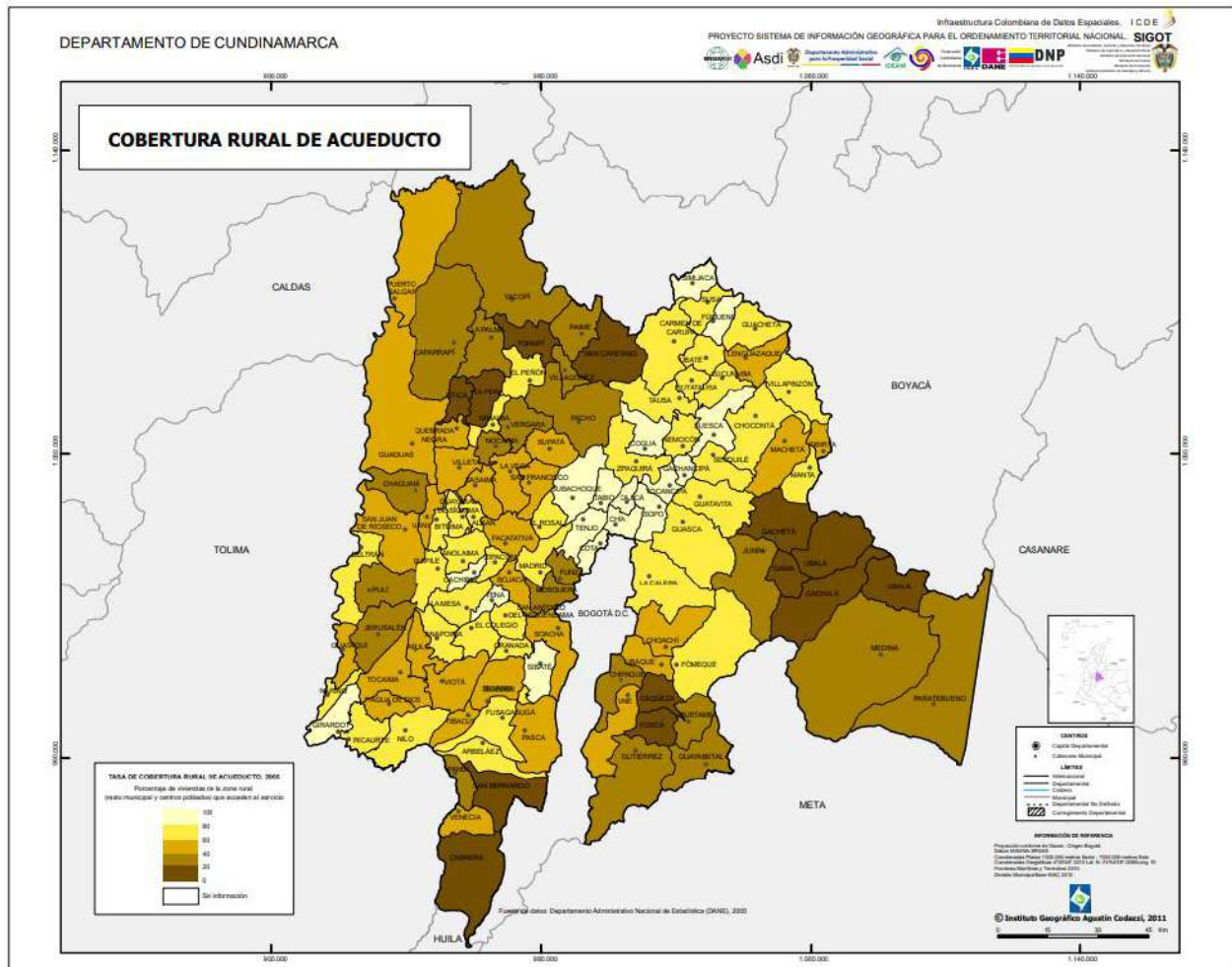


Fuente: Rincón, A, 2020, Análisis cobertura municipio de Silvania

En la infraestructura colombiana de datos espaciales, según los datos suministrados por el IGAC, Silvania cuenta con un total de 40% de cobertura de sus sistemas de alcantarillado, lo que confirma una vez más el abandono de la infraestructura de las zonas rurales del municipio.



Gráfico 4. Cobertura de acueducto a nivel Cundinamarca



Fuente: Tomado de sigot.igac.gov.co.
(Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales, 2022, p. 13).

7. MARCO GEOGRÁFICO

7.1. LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO

Colombia es una de las tres naciones más grandes de Sudamérica, con 1'141.748 kilómetros cuadrados de extensión, se encuentre al noroccidente del continente, su ubicación geográfica es muy favorable y gracias a ella es el país más diverso del mundo,

con diferentes climas, tiene tres cordilleras, también cuatro desiertos y una sabana tropical, paramos y orquídeas.

Colombia limita al Noroeste con Panamá, Norte con el océano Atlántico y Venezuela, Oriente: Venezuela y Brasil, Occidente con Océano Pacífico y Panamá, y al Sur: Ecuador y Perú.

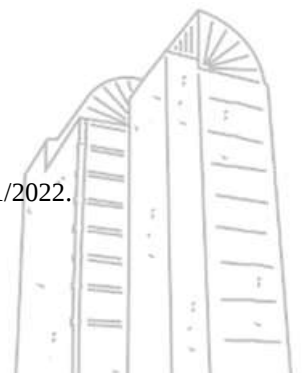
El país está subdividido en treinta y dos departamentos, los cuales a su vez están subdivididos en municipios y estos también se subdividen en veredas o corregimientos.

Cundinamarca es uno de los treinta y dos departamentos de Colombia, está ubicado en la región central del país, en este departamento se encuentra la capital, que esta cimentada en la cordillera oriental a una altura media de 1766 msnm, en este departamento también se encuentra el municipio de Silvania, que está ubicado en la provincia del Sumapaz, a 57 kilómetros del centro de la capital, las coordenadas geográficas del casco urbano es 4°24'12"n y 74°23'17"o.

Gráfico 5. Mapa con la ubicación y delimitación del municipio



Fuente: Imagen tomada de página web <https://es.wikipedia.org/wiki/Silvania> 25/01/2022.



El enfoque de este anteproyecto va dirigido al municipio de Silvania, más exactamente en la vereda de Yayatá, Silvania fue fundada el 21 de febrero de 1935, actualmente tiene 20518 habitantes según censo (Dane 2018), tiene una temperatura media de 20°C, su extensión territorial es de 155,44 km² de los cuales 7.48 km² corresponden al área urbana.

Silvania está conformada por 13 veredas, la mayor parte de su población se dedica a las actividades agropecuarias que son muy variadas ya que su altitud va desde los 1200 msnm hasta los 2700 msnm.

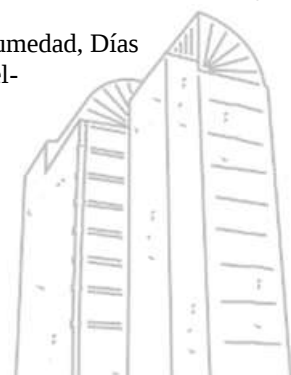
7.1.1. ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA

El clima en Silvania es cálido y templado. La precipitación en Silvania es significativa, con precipitaciones incluso durante el mes más seco. El clima aquí se clasifica como Cfb por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura promedio en Silvania es 18.1 °C. La precipitación es de 9311 mm al año.

Tabla 1. Climático municipio de Silvania.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	18	18.3	18.3	18.1	18	17.9	17.9	18.4	18.6	18	17.7	17.9
Temperatura mín. (°C)	15.2	15.6	15.8	15.7	15.8	15.5	15.2	15.3	15.5	15.4	15.2	15.2
Temperatura máx. (°C)	21.4	21.7	21.5	20.9	20.8	20.8	21.1	21.9	22.1	21.2	20.7	21
Precipitación (mm)	300	411	664	995	1334	1370	1215	825	639	613	525	420
Humedad(%)	79%	79%	81%	85%	84%	80%	77%	73%	73%	81%	85%	83%
Días lluviosos (días)	19	18	21	21	22	21	22	21	20	21	21	20
Horas de sol (horas)	7.7	7.8	7.6	7.4	7.4	7.3	7.6	8.2	8.3	7.5	7.0	7.2

Fuente: 1991 - 2021 Temperatura mín. (°C), Temperatura máx. (°C), Precipitación (mm), Humedad, Días lluviosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol (<https://es.climate-data.org/americas-del-sur/colombia/cundinamarca/silvania-49844/>)



7.1.2. HIDROLOGÍA

Silvania cuenta con una precipitación anual promedio de 1653 mm, el mes más seco es el mes de agosto, su cuenca principal es la cuenca del Rio Sumapaz y las sub cuencas del rio Subía y el rio Barro Blanco.

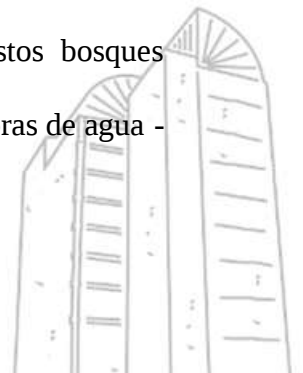
7.1.3. GEOLOGÍA

En Grupo Guadalupe: Consta de la parte alta de la arenisca tierna (50 m) con un débil intermedio de arcilla esquistosa clara. La parte media comprende el miembro de los plaeners, capas plano - paralelas, delgadas. Compuesto de material silico hasta lidítico, unas veces margoso, otras arcillosos o arenoso (70 m) . Los 300 m inferiores se llaman arenisca dura y consisten en arenisca dura, delgados intermedios de esquistos y de plaeners.

Grupo Guaduas: el grupo Guaduas transgrede al Guadalupe. El Guaduas superior se encuentra formado por gredas rojas, y arenisca gredosa, el Guaduas Medio con arcillas esquistosas grises, carbón y arenisca fina, dura. Hacia la zona de la Aguadita no se ha encontrado vestigio de carbón en este grupo. (Plan básico de ordenamiento territorial; Acuerdo No. 22, 31 oct 2000, p. 97).

7.1.4. DESCRIPCIÓN AMBIENTAL DEL MUNICIPIO

En el municipio de Silvana está gestionando la adquisición de predios que se encuentran en los ecosistemas estratégicos para la protección de las fuentes de agua, promoviendo la siembra y mantenimiento de plantaciones forestales, estos bosques permiten la conservación de los ecosistemas estratégicos y zonas abastecedoras de agua - (Alcaldía Municipal de Silvania Cundinamarca, 2022, p. 140).



8. MARCO CONCEPTUAL

8.1. EMPRESA PRESTADORA DEL SERVICIO

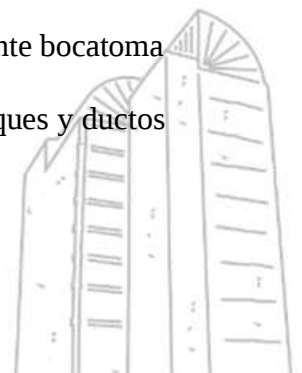
Actualmente la asociación de usuarios acueducto rural Vereda Yayatá – Municipio Silvania, es quien presta los servicios de acueducto, esta es una organización de carácter privado sin ánimo de Lucro, esta asociación está fundada bajo la filosofía de economía solidaria, Nit 9003437011.

La empresa Asociación De Usuarios Del Acueducto Rural De La Quebrada Murillo Vereda Yayatá Silvania Cundinamarca tiene como domicilio principal de su actividad la dirección, FINCA BETANIA en la ciudad de SILVANIA, CUNDINAMARCA. El teléfono de Asociación De Usuarios Del Acueducto Rural De La Quebrada Murillo Vereda Yayatá Silvania Cundinamarca es el 3219691992. Esta empresa fue constituida como ENTIDAD SIN ANIMO DE LUCRO y se dedica a Actividades de otras asociaciones n c p. (Página web. Informa Colombia s.a.)

Esta entidad es un organismo comunitario de carácter marginal prestadora del servicio de acueducto a sus asociados de responsabilidad solidaria, regidos por el principio de hermandad, colaboración mutua, democracia, adhesión libre, equidad, universalidad, aporte variable e ilimitado, registrado por las disposiciones constitucionales y legales.

8.2. AFLUENTE

El suministro de agua para la red de distribución se realiza mediante captación de agua del afluente denominado quebrada Murillo, la captación se hace mediante bocatoma de fondo y es encausada directamente a la red de distribución mediante tanques y ductos



sin ningún tipo de tratamiento. Cabe recordar que la delimitación del estudio está dada para El Lote numero 1 Monserrate.

8.3. CAPTACIÓN

8.3.1. BOCATOMA

Sitio donde se capta o accede al agua de riego para conducirla a una propiedad rural. (<https://dpej.rae.es/lema/bocatoma>).

8.3.2. BOCATOMA LATERAL

La bocatoma lateral es un sistema de suministro acuífero el cual inicia a través de la captación, definiéndose una vez escogida la fuente para un diseño posterior. Cuando esta fuente pertenece a una quebrada o río, su captación puede hacerse por la bocatoma lateral, la cual asegura mediante su obra y localización un suministro o flujo permanente. La bocatoma lateral, permite captar el flujo a través de un canal lateral, por lo que generalmente es un brazo del río, de manera que el agua ingresa de forma directa a una caja para posteriormente derivarla a través de un canal o tuberías.” (<https://www.arkiplus.com/bocatoma-lateral/>).

8.3.3. BOCATOMA DE FONDO

La bocatoma de fondo hace su captación por medio de una rejilla, que a su vez está en la dirección en el sentido transversal a la corriente del río. La captación del agua se hace mediante una rejilla ubicada en la parte superior de una presa, la cual deberá estar en sentido perpendicular al flujo, el ancho de esta presa puede ser igual o menor que el ancho del río. Esta captación se efectúa por medio de una rejilla de fondo cuyos barrotes se colocan en la dirección de la corriente. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010).



8.4. ADUCCIÓN

De acuerdo con lo determinado por la Resolución número 0330 del año 2017, se define como aducción al componente a través del cual se transporta agua cruda, mediante sistemas de flujo libre o presión desde la cámara de derivación de la bocatoma hasta el desarenador. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017).

9. MARCO LEGAL

Tabla 2. Normatividad.

NORMATIVA	
Ley 373 de 1997	<i>Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.</i>
Decreto 302 de 2000	<i>Por el cual se reglamenta la ley 142 de 1994, en materia de prestación de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, ente decreto contiene el conjunto de normas que regulan las relaciones que se generan entre la entidad prestadora de los servicios públicos de acueducto, suscriptores y usuarios.</i>
Decreto 1575 de 2007	<i>Se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.</i>
Decreto 3930 de 2010	<i>Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.</i>
Decreto 1898 de 2016	<i>Referente a esquemas diferenciales para la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en zonas rurales. (ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2020).</i>
Resolución 1096 de 2000	<i>Fija criterios técnicos para el desarrollo de proyectos de saneamiento básico y, dentro de ellos, los de saneamiento básico, en todas y cada una de sus fases.</i>
Resolución 2115 de 2007	<i>Se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.</i>
Resolución 0330 de 2017	<i>Por el cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009. RAS</i>
Resolución 0650 de 2017	<i>Por la cual se adiciona un artículo transitorio a la resolución 0330 de 2017.</i>

Resolución 549 de 2017	<i>Adopta los criterios y actividades mínimas que los prestadores de servicios públicos de acueducto deberán tener en cuenta para la elaboración de los estudios de riesgo, programas de reducción de riesgo y planes de contingencia de los sistemas de suministro de agua para consumo humano y establece disposiciones relacionadas con la autorización sanitaria (solicitud, emisión, no otorgamiento, seguimiento y control, responsabilidad del prestador del servicio). (ministerio de salud y protección social & ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017).</i>
Resolución 622 de 2020.	<i>Dando lugar a la vigilancia sanitaria a la calidad de agua suministrada en la red de distribución en zona rural. (ministerio de salud y protección social & ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2020)</i>

Fuente: Propia

10. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

10.1. TRABAJO DE CAMPO

10.1.1. PRIMERA VISITA TÉCNICA – 4 SEPTIEMBRE 2021

Se realiza recorrido guiado en el polígono de intervención Finca Monserrate, se identifican las estructuras habitables y áreas en donde se realizan actividades agrícolas y avícolas; se identifica el tanque de almacenamiento de agua y se inspecciona el estado de la infraestructura.

Las personas que habitan la finca comentan que usan el tanque para almacenar el agua debido a que en esta zona solo tienen agua dos veces a la semana, una persona encargada de la empresa de Acueducto es la que día a día informa si tendrán agua; debido a esta situación ellos no consumen de esta agua y realizan la compra de botellones de agua para preparar sus alimentos.



Ilustación 1. Casa principal – Finca Monserrate



Fuente: Propia

Ilustación 2. Casa de alquiler – Finca Monserrate



Fuente: Propia



Ilustración 3. Establecimiento agropecuario – Finca Monserrate



Fuente: Propia

Ilustración 4. Tanque de almacenamiento – Finca Monserrate



Fuente: Propia

10.1.2. SEGUNDA VISITA – 19 OCTUBRE 2021

De acuerdo a la primera visita y conociendo los puntos de almacenamiento, grifos en uso; en esta visita se realiza la toma de muestras de agua teniendo en cuenta las pautas



de la Resolución 2115 de 2007, con el fin de llevar a cabo el análisis de laboratorio para las pruebas fisicoquímicas y laboratorio de jarras.

Los propietarios de la finca decidieron hacer unas mejoras en el tanque de almacenamiento, cerrando el tanque con una placa en concreto reforzado y dejando una puerta de acceso para realizar limpieza del mismo.

Ilustración 5. Adecuación tanque de almacenamiento – Finca Monserrate



Fuente: Propia

diciembre 19 2021

10.1.3. TERCERA VISITA - 18 SEPTIEMBRE 2022

Decidimos realizar otro muestreo con el fin de comparar los resultados de la primera caracterización, con los actuales; debido a que el tanque con sus adecuaciones lleva 9 meses en funcionamiento, se realiza una nueva toma de muestras de agua para realizar la caracterización fisicoquímica y un estudio microbiológico.

Cumpliendo con los parámetros de la Resolución 2115 de 2007, el muestreo se realiza en dos puntos principales, en el Tanque de reserva y en el Grifo de la cocina.



Ilustración 6. Muestra en Tanque – Finca Monserrate



Fuente: Propia

Ilustración 7. Muestra en Grifo Cocina – Finca Monserrate



Fuente: Propia



Ilustración 8. Registros y conservación de muestras – Finca Monserrate



Fuente propia.

11. MUESTREO Y PARÁMETROS

11.1. PUNTOS DE MUESTREO

Dando a conocer la información recopilada en el trabajo de campo, en la siguiente tabla se clasifican los puntos en donde se recolectan las muestras.

Tabla 3. Puntos de muestreo.

MUESTRA	ANÁLISIS	PUNTO DE MUESTREO		FECHA
1	Fisicoquímico	Acueducto		6/09/2021
2		Tanque		

3		Filtro cocina		
4	Fisicoquímico y Microbiológico	Tanque con modificaciones (		18/09/2022
5		Llave cocina		

Fuente: Propia

Con lo anterior se seleccionan los siguientes ensayos, considerando la importancia para el análisis de la calidad de agua en la Finca Monserrate; se tienen en cuenta los parámetros exigidos por la Resolución 2115 del 2007.

11.2. PARÁMETROS A EVALUAR

Tabla 4. Ensayos a realizar.

PARÁMETROS	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5
	Acueducto	Tanque	Filtro Cocina	Tanque modificado	Grifo Cocina
pH	X	X	X	X	X
Conductividad	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X		
Color aparente	X	X	X	X	X
Turbiedad	X	X	X	X	X
Acidez	X	X	X	X	X
Alcalinidad	X	X	X	X	X

Dureza total	X	X	X	X	X
Dureza cálcica	X	X	X	X	X
Test de jarras	X	X			
Cloro libre residual					X
Cloruros					X
Magnesio					X
Hierro				X	X
Nitritos				X	X
Sulfatos				X	X
Coliformes Totales				X	X
Escherichia coli				X	
Recuento de Heterótrofos				X	X

Fuente: Propia

Como se observa en la Tabla 4, los ensayos fisicoquímicos son un factor común puesto que demuestran valores representativos para una muestra de agua. Los ensayos microbiológicos se toman para las muestras 4 y 5 dado a que se requiere comprobar si la adecuación del tanque genera cambios significativos después de un año de su implementación; adicionalmente este factor es muy importante para conocer qué factores biológicos llegan al punto principal que es la cocina y bajo qué condiciones.

De estas muestras tomadas en el polígono de intervención, se realizaron los ensayos de carácter físico-químicos en el laboratorio de aguas de la Universidad Piloto de Colombia ya que se cuenta con los equipos necesarios para evaluar la mayoría estos parámetros y gracias al acompañamiento del Dr. Rafael Alberto Fonseca Correa, se logró aplicar los conceptos vistos en las diferentes clases del área de aguas.



Para los ensayos microbiológicos se realizaron en el laboratorio de aguas HIDROLAB, quienes son acreditados por la ONAC, el IDEAM, la ANAB, e ICONTEC.

Ilustración 9. Acreditación HIDROLAB



Fuente: Imagen tomada de la página web <https://www.hidrolab.com>

Nota: Si se desea observar al detalle cada una de las acreditaciones, se encuentran en los Anexos del presente documento en las páginas 105-108.

12. RESULTADOS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

12.1. CARACTERIZACIÓN

Dando cumplimiento a los objetivos “*Analizar las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua que se distribuye en la vereda Yayatá y como ultimo usuario llega a la finca Monserrate, en donde se ubica el polígono de intervención.*” y “*Determinar si el agua potable utilizada en la finca Monserrate cumple con todos los parámetros normativos necesarios para catalogarla como apta para consumo humano, dando a conocer los hallazgos del estudio realizado.*” se establecen los resultados obtenidos en el laboratorio de aguas de la Universidad Piloto de Colombia y en el laboratorio HIDROLAB, efectuados a las cinco muestras de agua.

En las siguientes tablas se encuentra la caracterización acerca de las muestras tomadas en la finca Monserrate con una trazabilidad de un año.

12.2. RESULTADOS DE LABORATORIOS

A continuación, se da lugar a la demostración de un paralelo entre los valores obtenidos a través de los resultados de laboratorio llevados a cabo en la Universidad Piloto de Colombia y los evaluados por medio del laboratorio HIDROLAB; de acuerdo a la Resolución 2115 del 2007, normativa vigente para cada uno de los indicativos que corresponden a la señalización de las variables fisicoquímicas y microbiológicas del agua proveniente de EMPULSILVANIA S.A E.S.P (empresa de acueducto, alcantarillado y aseo de Silvania).

12.2.1. POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)

Como se menciona en la Resolución 2115 del 2007, “El valor para el potencial de hidrógeno pH del agua para consumo humano, deberá estar comprendido entre 6,5 y 9,0”.

Ilustración 10. Medición pH.



Fuente: Propia

Tabla 5. Potencial de Hidrogeno (pH).

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 1 Acueducto	pH	Unidad	7,78	6,5-9,0	SI
MUESTRA 2 Tanque			7,75		SI
MUESTRA 3 Filtro Cocina			7,56		SI
MUESTRA 4 Tanque modificado			6,26		NO
MUESTRA 5 Grifo Cocina			6,55		SI

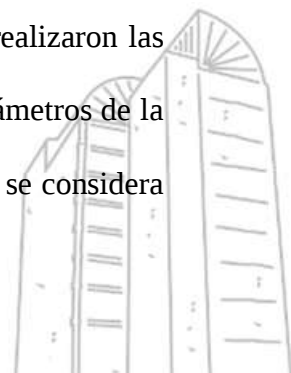
Fuente: Propia

Gráfico 6. Comparación resultados pH



Fuente: Propia

El pH de la muestra 4 que corresponde al Tanque después que se realizaron las modificaciones (construcción de placa en concreto); no cumple con los parámetros de la Resolución 2115 de 2007, ya que el parámetro mínimo es 6,5; por lo tanto, se considera



como agua acida, es necesario garantizar que sea agua neutra o alcalina. Un agua acida puede provocar afectaciones a la salud como enfermedades gastrointestinales, alergias entre otras.

12.2.2. CONDUCTIVIDAD

Como se menciona en la Resolución 2115 del 2007, “El valor máximo aceptable para la conductividad puede ser hasta 1000 microSiemens/cm. Este valor podrá ajustarse según los promedios habituales y el mapa de riesgo de la zona. Un incremento de los valores habituales de la conductividad superior al 50% en el agua en la fuente, indica un cambio sospechoso en la cantidad de sólidos disueltos y su procedencia debe ser investigada de inmediato por las autoridades sanitaria y ambiental competentes y la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano”.

Tabla 6. Conductividad.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 1 Acueducto	Conductividad	microSiemens/cm (μ S/cm)	31,54	1000	SI
MUESTRA 2 Tanque			32,15		SI
MUESTRA 3 Filtro Cocina			27,52		SI
MUESTRA 4 Tanque modificado			25		SI
MUESTRA 5 Grifo Cocina			27		SI

Fuente: Propia



Gráfico 7. Comparación resultados conductividad



Fuente: Propia

En la gráfica 7 se observa que en las muestras 1 y 2 del año 2021 contaban con un valor aproximado de 32 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y para las muestras tomadas para el año 2022 cuentan con un valor aproximado de 27 $\mu\text{S}/\text{cm}$, disminuyo este parámetro después del ajuste al tanque. Sin embargo, respecto a la muestra 4 del tanque ya cubierto a la muestra 5 del grifo de la cocina, presenta un aumento en la conductividad a partir del agua que va recorriendo los tramos de tubería desde la tubería del tanque llegando a la cocina. No obstante, todos los valores de las 5 muestras cumplen ya que se encuentran por debajo de los parámetros requeridos por la norma.

12.2.3. TDS (TOTAL DE SÓLIDOS DISUELTOS)

“La Organización Mundial de la Salud (OMS) y otras instituciones que regulan la calidad del agua consideran valores hasta los 500 mg/l como completamente seguros, y



hasta 2.000 mg/l como suficientemente seguros para consumir de manera temporal si no hay otra fuente de agua fácilmente disponible. Para valores inferiores a 500 mg/l no hay ninguna evidencia científica de que los TDS supongan alguna diferencia en el agua, y en valores inferiores a 2.000 mg/l no se ha identificado ningún impacto en la salud. En un estudio llevado a cabo por la OMS, se llegó a las siguientes conclusiones sobre el nivel de TDS ideal en agua (mg/l):”

- Menos de 300: Excelente
- 300 – 600: Bueno
- 600 – 900: Regular
- 900 – 1,200: Pobre
- Más de 1,200: Inaceptable

Fuente: Información tomada de la página web <https://tappwater.co/es/tds-medir-calidad-agua/> empresa española TAAP WATER.

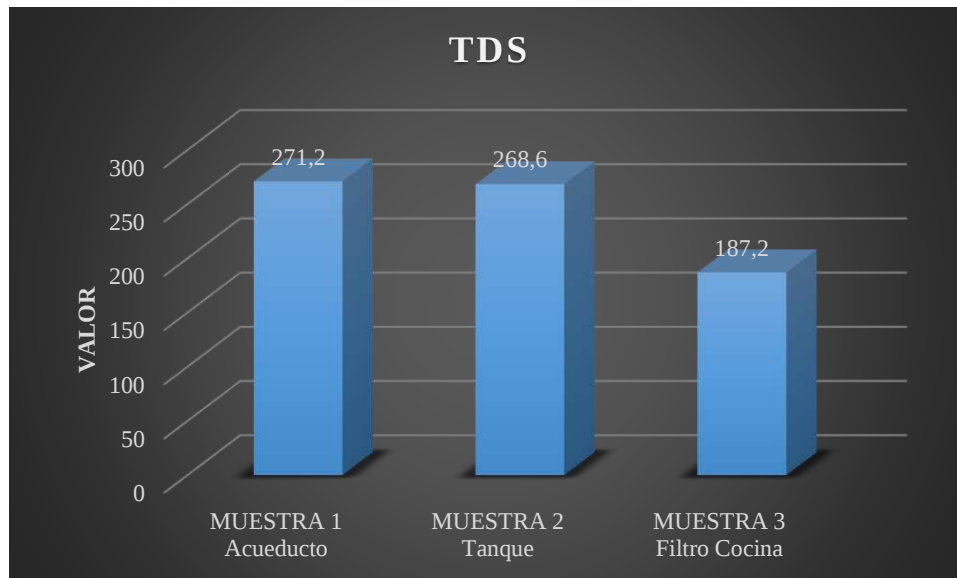
Tabla 7. TDS.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 1 Acueducto	TDS	ppm (mg/L)	271,2	500 - 2000	SI
MUESTRA 2 Tanque			268,6		SI
MUESTRA 3 Filtro Cocina			187,2		SI

Fuente: Propia



Gráfico 8. Comparación resultados TDS



Fuente: Propia

Este estudio se aplicó únicamente para las muestras iniciales en el año 2021, en donde se evidencia que cumple con los parámetros establecidos según la investigación de la Organización Mundial de la Salud.

12.2.4. COLOR APARENTE

De acuerdo a la Resolución 2115 del 2007, “El agua para consumo humano no podrá sobrepasar los valores máximos aceptables para cada una de las características físicas, Color aparente: valor máximo 15 UPC (Unidades de Platino Cobalto)”.



Ilustración 11. Medición Color aparente.



Fuente: Propia

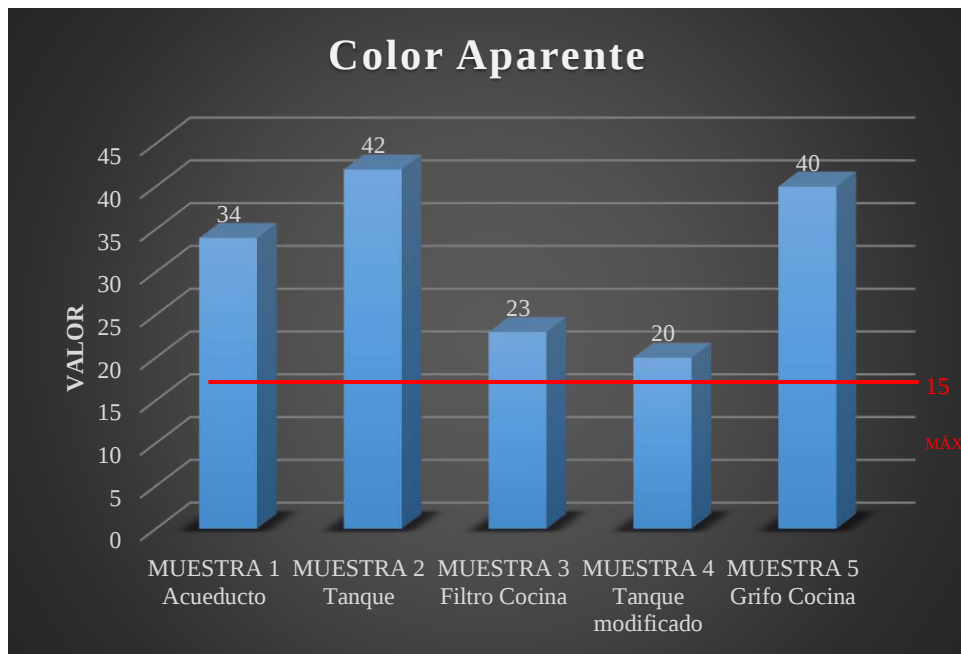
Tabla 8. Color aparente.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 1 Acueducto	Color Aparente	UPC	34	15	NO
MUESTRA 2 Tanque			42		NO
MUESTRA 3 Filtro Cocina			23		NO
MUESTRA 4 Tanque modificado			20		NO
MUESTRA 5 Grifo Cocina			40		NO

Fuente: Propia



Gráfico 9. Comparación resultados color aparente



Fuente: Propia

De acuerdo a la tabla 6, ninguna muestra cumple con el parámetro máximo que es 15 UPC, referido por la norma; por medio del gráfico 7, se observa que tanto la muestra 2 tomada del tanque en la primera visita y la muestra 5 tomada del grifo de la cocina en la última visita, duplican el valor máximo permisible, es decir que el agua continúa llegando con una cantidad de sedimentos después de haber instalado la placa de protección para el tanque.

12.2.5. TURBIEDAD

De acuerdo a la Resolución 2115 del 2007, “El agua para consumo humano no podrá sobrepasar los valores máximos aceptables para cada una de las características físicas, Turbiedad: valor máximo 2 UNT (Unidades Nefelométricas de Turbiedad)”.



Ilustración 12. Medición Turbiedad.



Fuente: Propia

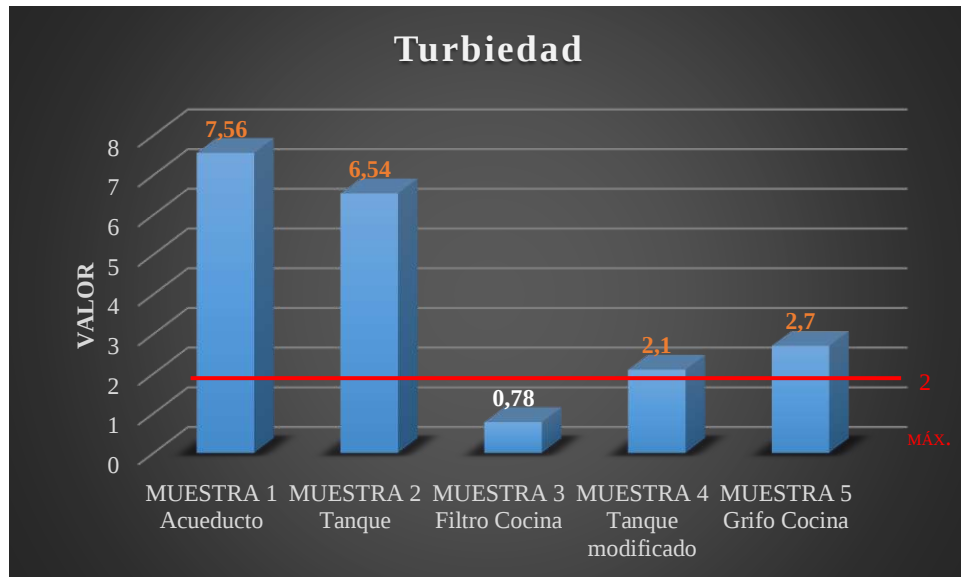
Tabla 9. Turbiedad.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 1 Acueducto	Turbiedad	UNT	7,56	2	NO
MUESTRA 2 Tanque			6,54		NO
MUESTRA 3 Filtro Cocina			0,78		SI
MUESTRA 4 Tanque modificado			2,1		NO
MUESTRA 5 Grifo Cocina			2,7		NO

Fuente: Propia



Gráfico 10. Comparación resultados turbiedad



Fuente: Propia

Como se puede evidenciar en el gráfico 10 las muestras 1 y 2 no cumplen con lo permitido por la norma ya que su valor triplica el parámetro, la muestra 3 es la tomada del filtro de la cocina y es la única que cumple, pero la muestra 4 pertenece al tanque modificado y su valor no cumple pero es menor al valor de la muestra 5, esto sucede debido a que el tanque cuenta con las mangueras y registros de salida en la parte baja del tanque, es decir que en esta zona el agua está estancada y por ende los sedimentos y suciedad salen inmediatamente a través de las mangueras llegando a los grifos de la casa con mayor turbiedad.



12.2.6. ACIDEZ

De acuerdo al Decreto 475 de 1998, el valor máximo admisible es 50 mg/L CaCO₃, con este parámetro se quiere cuantificar las sustancias acidas presentes en la muestra de agua.

Ilustración 13. Medición acidez – Fenolftaleína para determinar la acidez



Fuente: Propia

Se aplica la fórmula para calcular el valor obtenido en laboratorio de cada una de las muestras; aquí solo represento la aplicación de una de las muestras como ejemplo:

Formulas:

$$\text{Acidez} = \frac{VT \times NT \times Pe \text{ CaO}_3 \times 1000}{Vm} \text{ mg/L}$$

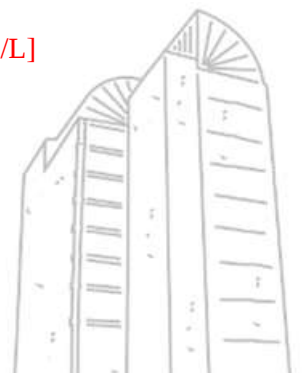
Donde:

- VT: Volumen del titulante gastado
- NT: Normalidad del titulante: 0,02
- Pe: Peso equivalente CaCO₃: 50
- Vm: Volumen de la muestra: 50 ml

NAOH - HIDRÓXIDO DE SODIO – SE GASTO 0.10 ML

SE CONVIERTE 0.10 mL A mg/L → **0.10 MILÍGRAMO POR LITRO [mg/L]**

C₂₀H₁₄O₄ - FENOLFTALEÍNA – SE COLOCARON 5 GOTAS



$$\text{Acidez} = \frac{(0.10\text{mL}) * (0.02) * (50) * (1000)}{50\text{mL}} \text{mg/L}$$

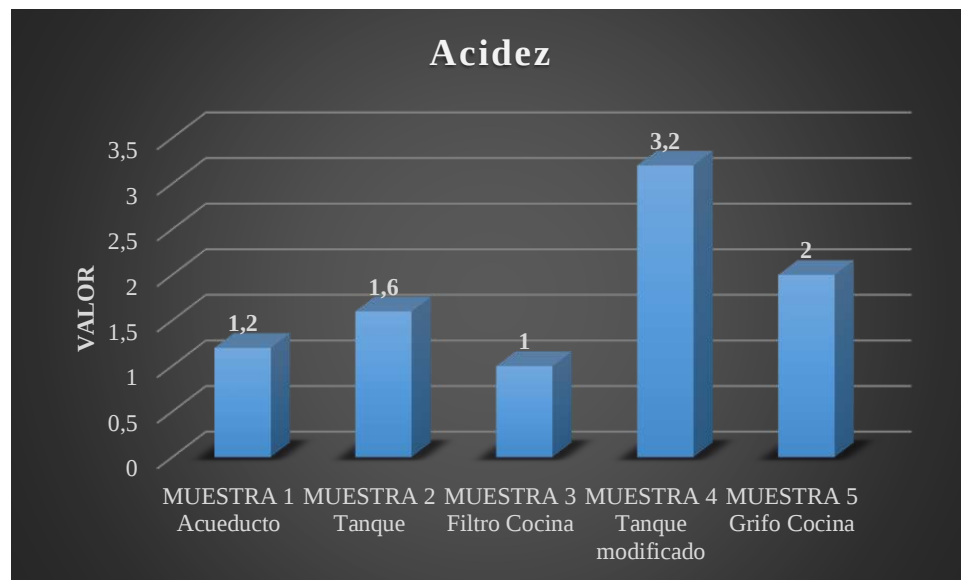
$$\text{Acidez} = 2.0 \text{ mg/L}$$

Tabla 10. Acidez.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 1 Acueducto	Acidez	mg/L	1,2	50	SI
MUESTRA 2 Tanque			1,6		SI
MUESTRA 3 Filtro Cocina			1		SI
MUESTRA 4 Tanque modificado			3,2		SI
MUESTRA 5 Grifo Cocina			2		SI

Fuente: Propia

Gráfico 11. Comparación resultados acidez



Fuente: Propia

En este estudio todas las muestras cumplen ya que están por debajo del valor máximo aceptable que es 50 mg/L como se puede observar en la tabla 10.

12.2.7. ALCALINIDAD

De acuerdo a la Resolución 2115 del 2007, “Las características químicas del agua para el consumo humano en relación con los elementos y compuestos químicos que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud se señalan a continuación; Alcalinidad total: valor máximo 200 mg/L”.

Ilustración 14. Medición Alcalinidad - Metil naranja para determinar alcalinidad.



Se aplica la fórmula para calcular el valor obtenido en laboratorio de cada una de las muestras; aquí solo represento la aplicación de una de las muestras como ejemplo:

$$\text{Alcalinidad} = \frac{VT \times NT \times Pe \text{ CaO}_3 \times 1000}{Vm} \text{ mg/L}$$

Donde:

VT: Volumen del titulante gastado

NT: Normalidad del titulante: 0,02

Pe: Peso equivalente CaCO_3 : 50

Vm: Volumen de la muestra: 50 ml

H_2SO_4 -ÁCIDO SULFÚRICO – SE GASTO 2.78 ML



SE CONVIERTE 2.78 ML A mg/L → **2.78 MILÍGRAMO POR LITRO [mg/L]**

C₁₄H₁₄N₃NaO₃S - NARANJA DE METILO – SE COLOCARON 5 GOTAS

$$\text{Alcalinidad} = \frac{(2.78\text{mL}) * (0.02) * (50) * (1000)}{50\text{mL}} \text{mg/L}$$

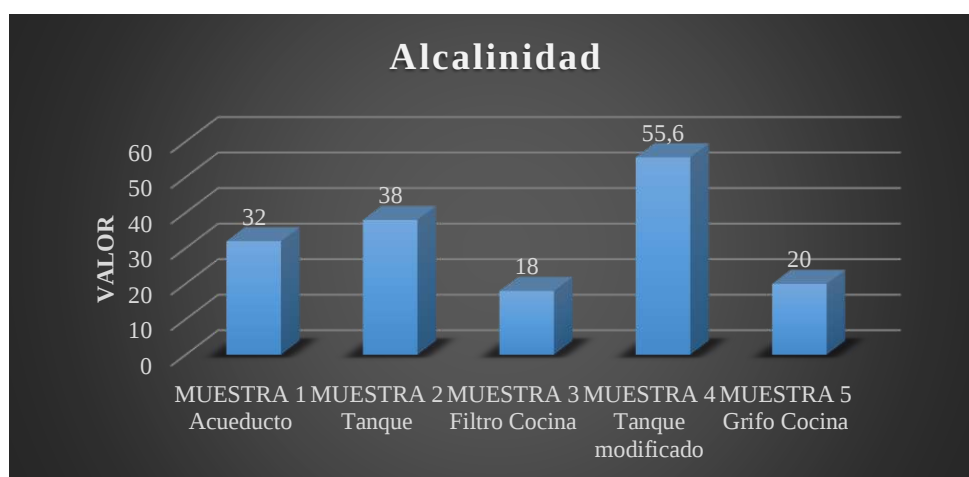
$$\text{Alcalinidad} = 55.6 \text{ mg/L}$$

Tabla 11. Alcalinidad.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 1 Acueducto	Alcalinidad	mg/L	32	200	SI
MUESTRA 2 Tanque			38		SI
MUESTRA 3 Filtro Cocina			18		SI
MUESTRA 4 Tanque modificado			55,6		SI
MUESTRA 5 Grifo Cocina			20		SI

Fuente: Propia

Gráfico 12. Comparación resultados alcalinidad



Fuente: Propia

En este estudio todas las muestras cumplen ya que están por debajo del valor máximo aceptable de alcalinidad que es 200 mg/L CaCO_3 como se puede observar en la tabla 11.

12.2.8. DUREZA TOTAL

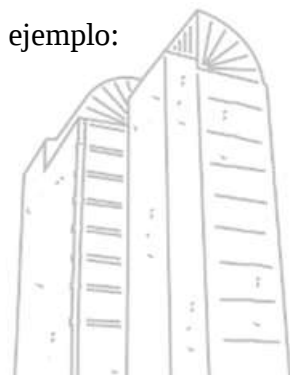
De acuerdo con la Resolución 2115 del 2007, “Las características químicas del agua para el consumo humano en relación con los elementos y compuestos químicos que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud se señalan a continuación; Dureza total: valor máximo 300 mg/L CaCO_3 ”.

Ilustración 15. Medición Dureza Total – Buffer y Negro de ericromo.



Fuente: Propia

Se aplica la fórmula para calcular el valor obtenido en laboratorio de cada una de las muestras; aquí solo represento la aplicación de una de las muestras como ejemplo:



Formulas

$$\text{Dureza Total} = \frac{VT \times NT \times Pe \text{ CaO3} \times 1000}{Vm} \text{ mg/L}$$

Donde:

VT: Volumen del titulante gastado

NT: Normalidad del titulante= 0,02 N

Pe: Peso equivalente $\text{CaCO}_3 = 50$

Vm: Volumen de la muestra = 50 ml

$(\text{HOOCCH}_2)_2 \text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N} (\text{CH}_2\text{COOH})_2$ – ÁCIDO ETILEN DIAMINO
TETRACETICO (E.D.T.D.A) – SE GASTO 1.170 N

$$\text{Dureza Total} = \frac{(1.170) \times (0.02) \times (50) \times (1000)}{50 \text{ mL}} \text{ mg/L}$$

$$\text{Dureza Total} = 23.4 \text{ mg/L}$$

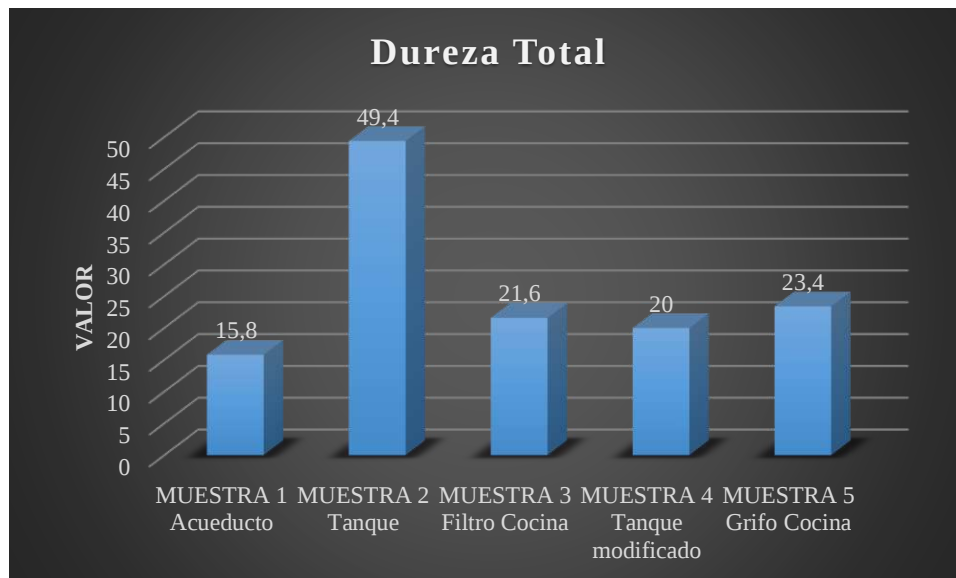
Tabla 12. Dureza Total.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 1 Acueducto	Dureza Total	mg/L	15,8	300	SI
MUESTRA 2 Tanque			49,4		SI
MUESTRA 3 Filtro Cocina			21,6		SI
MUESTRA 4 Tanque modificado			20		SI
MUESTRA 5 Grifo Cocina			23,4		SI

Fuente: Propia



Gráfico 13. Comparación resultados dureza total



Fuente: Propia

En este estudio todas las muestras cumplen ya que están por debajo del valor máximo aceptable de dureza total que es 300 mg/L CaCO_3 como se puede observar en la tabla 12.

12.2.9. DUREZA CÁLCICA

De acuerdo con la Resolución 2115 del 2007, “Las características químicas del agua para el consumo humano en relación con los elementos y compuestos químicos que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud se señalan a continuación; Dureza cálcica: valor máximo 60 mg/L Ca”.



Ilustración 16. Medición Dureza Cálcica – Hidróxido de sodio y Murexida.



Se aplica la fórmula para calcular el valor obtenido en laboratorio de cada una de las muestras; aquí solo represento la aplicación de una de las muestras como ejemplo:

$$\text{Dureza por Calcio} = \frac{VT \times NT \times Pe \text{ Ca} \times 1000}{Vm} \text{ mg/L}$$

Donde:

VT: Volumen del titulante gastado

NT: Normalidad del titulante = 0,02 N

Pe: Peso equivalente Ca = 40

Vm: Volumen de la muestra = 50 ml

$(\text{HOOCCH}_2)_2 \text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N} (\text{CH}_2\text{COOH})_2$ – ÁCIDO ETILEN DIAMINO
TETRACETICO (E.D.T.D.A) – SE GASTO 0.652 N

$$\text{Dureza Cálcica} = \frac{(0.652) \times (0.02) \times (40) \times (1000)}{50\text{mL}} \text{ mg/L}$$

$$\text{Dureza Cálcica} = 10.43 \text{ mg/L}$$

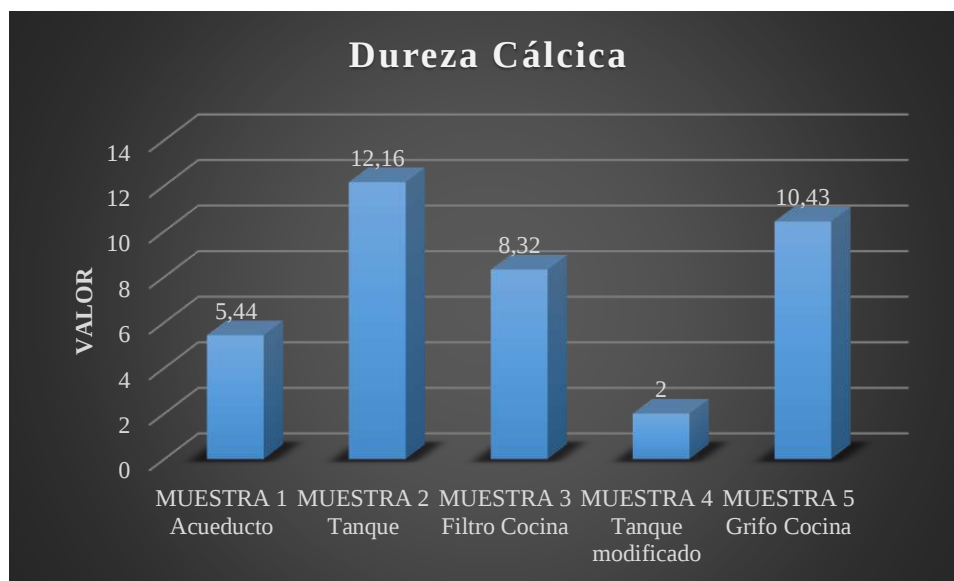


Tabla 13. Dureza Cálctica.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 1 Acueducto	Dureza Cálctica	mg/L	5,44	60	SI
MUESTRA 2 Tanque			12,16		SI
MUESTRA 3 Filtro Cocina			8,32		SI
MUESTRA 4 Tanque modificado			2		SI
MUESTRA 5 Grifo Cocina			10,43		SI

Fuente: Propia

Gráfico 14. Comparación resultados dureza cálcica



Fuente: Propia

En este estudio todas las muestras cumplen ya que están por debajo del valor máximo aceptable de dureza cálcica que es 60 mg/L Ca como se puede observar en la tabla 13.



12.2.10. NITRATOS

De acuerdo con la Resolución 2115 del 2007, “Las características químicas del agua para el consumo humano en relación con los elementos y compuestos químicos que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud se señalan a continuación; Nitratos: valor máximo 10 mg/L NO₃⁻”.

Ilustración 17. Medición Nitratos



Fuente: Propia

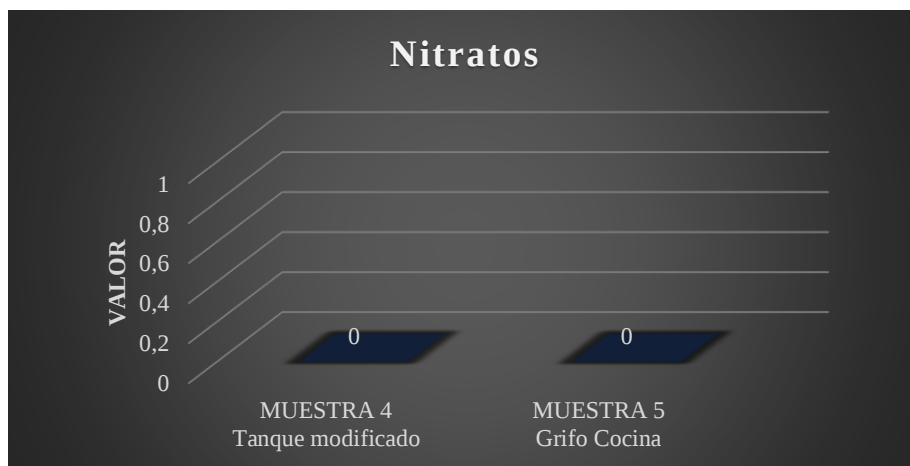
Tabla 14. Nitratos.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 4 Tanque modificado	Nitratos	mg/L	0	10	SI
MUESTRA 5 Grifo Cocina			0		SI

Fuente: Propia



Gráfico 15. Comparación resultados nitratos



Fuente: Propia

En este estudio todas las muestras cumplen ya que están por debajo del valor máximo aceptable de nitratos que es 10 mg/L NO₃ como se puede observar en la tabla 14.

12.2.11. HIERRO

De acuerdo con la Resolución 2115 del 2007, “Las características químicas del agua para el consumo humano en relación con los elementos y compuestos químicos que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud se señalan a continuación; Hierro: valor máximo 0.3 mg/L Fe”.

Ilustración 18. Medición Hierro



Fuente: Propia

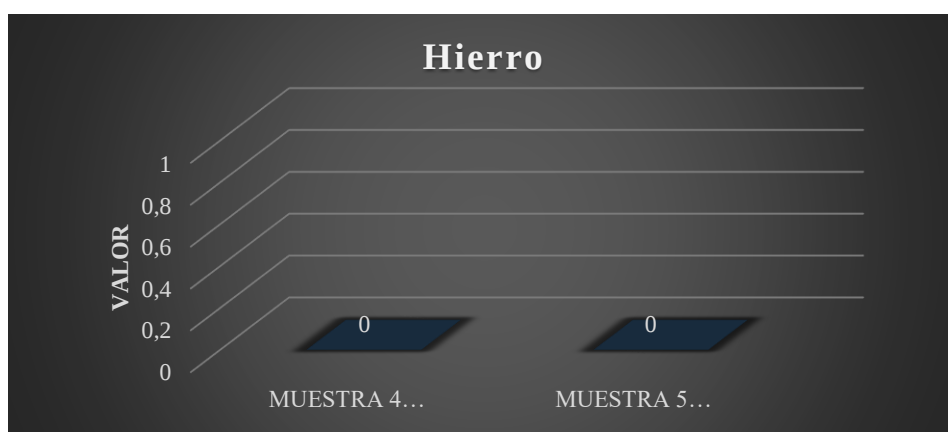


Tabla 15. Hierro.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 4 Tanque modificado	Hierro	mg/L	0	0,3	SI
MUESTRA 5 Grifo Cocina			0		SI

Fuente: Propia

Gráfico 16. Comparación resultados hierro



Fuente: Propia

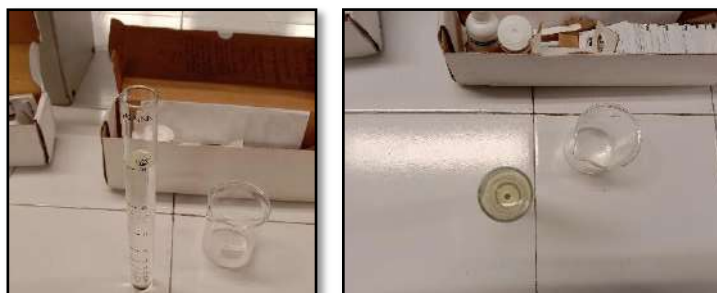
En este estudio todas las muestras cumplen ya que están por debajo del valor máximo aceptable de hierro que es 0.3 mg/L Fe como se puede observar en la tabla 15.

12.2.12. SULFATOS

De acuerdo con la Resolución 2115 del 2007, “Las características químicas del agua para el consumo humano en relación con los elementos y compuestos químicos que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud se señalan a continuación; Sulfatos: valor máximo 250 mg/L SO_4^{2-} ”.



Ilustración 19. Medición Sulfatos



Fuente: Propia

Tabla 16. Sulfatos.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 4 Tanque modificado	Sulfatos	mg/L	0	250	SI
MUESTRA 5 Grifo Cocina			0		SI

Fuente: Propia

Gráfico 17. Comparación resultados sulfatos



Fuente: Propia

En este estudio todas las muestras cumplen ya que están por debajo del valor máximo aceptable de sulfatos que es 250 mg/L SO₄ como se puede observar en la tabla 16.



12.2.13. MICROBIOLÓGICO - ESCHERICHIA COLI

Es importante evaluar este factor microbiológico pues indica si hay contaminación fecal en la muestra de agua, siendo así, esta bacteria podría causar enfermedades; por ello se considera como indicador universal.

Tabla 17. Escherichia coli.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 4 Tanque modificado	Escherichia coli	UFC/100 ml	0	0	SI

Fuente: Propia

Gráfico 18. Comparación resultados Escherichia coli



Fuente: Propia

En este caso para la muestra de agua en el tanque tomada en el año 2022, indica que no hay presencia de contaminación fecal o bacterias que afecten gravemente el agua que se encuentra almacenada.



12.2.14. MICROBIOLÓGICO - COLIFORMES TOTALES

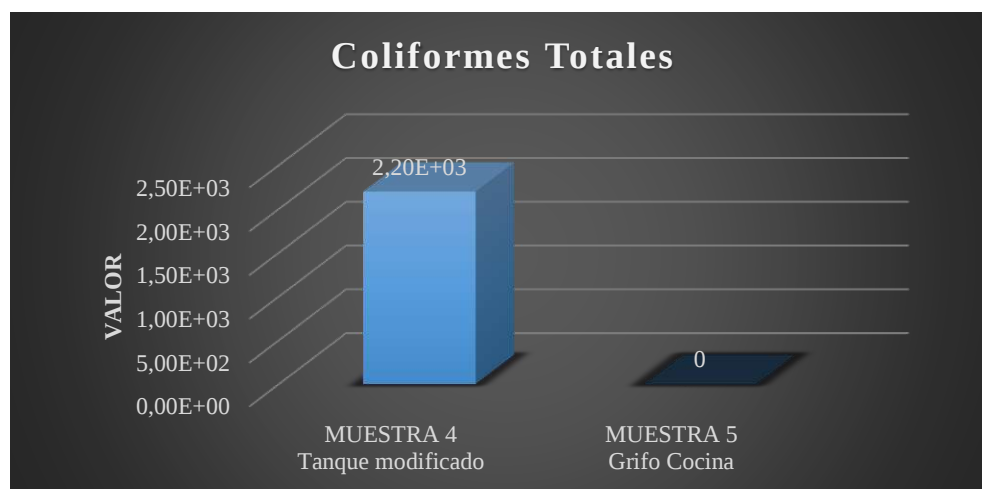
Este factor igualmente indica si hay contaminación fecal en la muestra de agua, si hay presencia de bacterias coliformes indicando que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición.

Tabla 18. Coliformes Totales.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 4 Tanque modificado	Coliformes Totales	UFC/100 ml	2,20E+03	0	NO
MUESTRA 5 Grifo Cocina			0		SI

Fuente: Propia

Gráfico 19. Comparación resultados Coliformes Totales



Fuente: Propia

De acuerdo a la tabla 18, se relaciona que la muestra 5 que corresponde al grifo de la cocina no cuenta con coliformes totales, sin embargo, la muestra 4 tomada del tanque de almacenamiento si representa un valor contaminante para el agua que se encuentra almacenada.



12.2.15. MICROBIOLÓGICO - RECuento DE HETERÓTROFOS

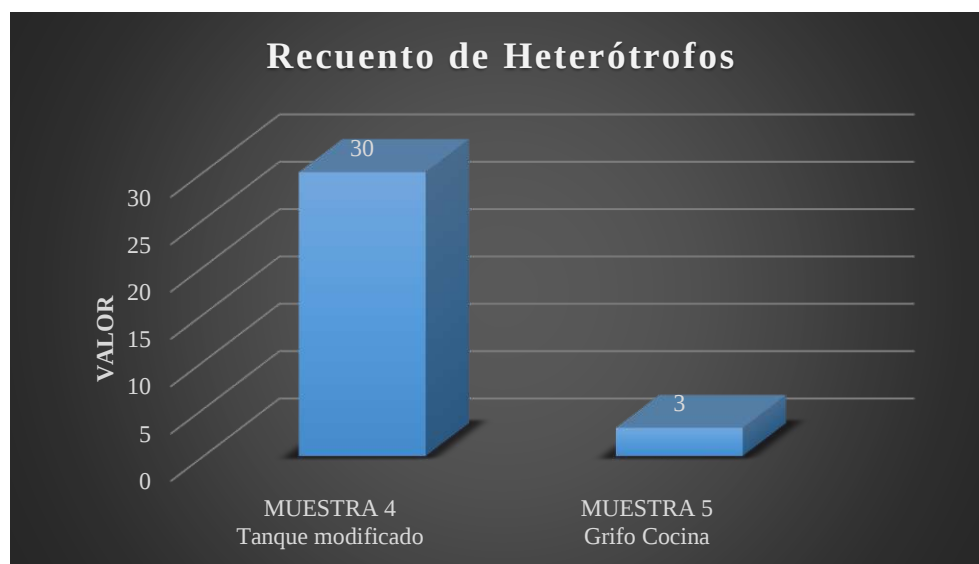
Este factor constituye un grupo diverso y ampliamente definido de organismos que requieren carbono orgánico para crecer, adicionalmente esta variable microbiológica indica la eficacia de los procesos de tratamiento de las aguas, y su calidad.

Tabla 19. Recuento de Heterótrofos.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 4 Tanque modificado	Recuento de Heterótrofos	UFC/mL	30	100	SI
MUESTRA 5 Grifo Cocina			3		SI

Fuente: Propia

Gráfico 20. Comparación resultados Recuento de Heterótrofos



Fuente: Propia

Como se puede observar las dos muestras cumplen con este parámetro ya que el valor es menor al permitido; es de aclarar que, por ahora, en el tanque no se ha implementado ningún tratamiento para mejorar la calidad del agua.



12.2.16. MICROBIOLÓGICO - CLORO LIBRE RESIDUAL

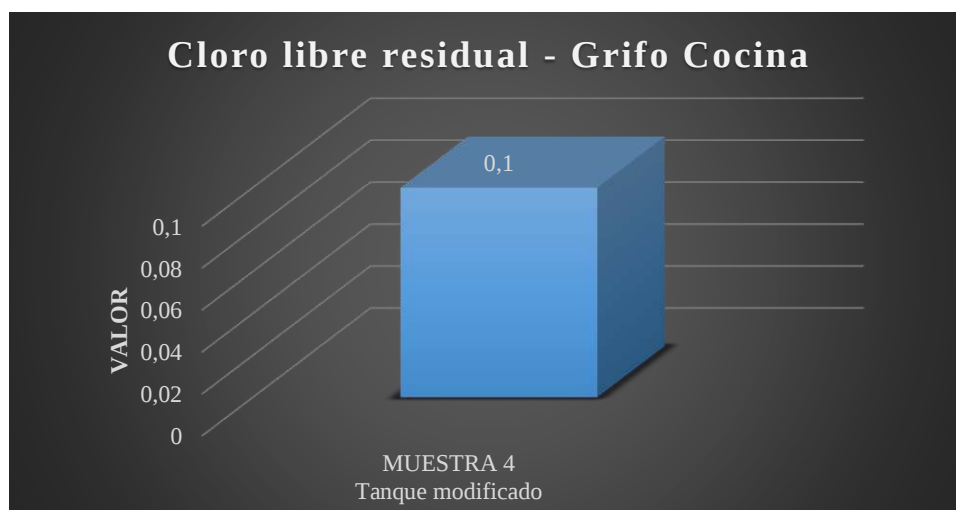
Esta variable permite identificar si las muestras de agua cuentan con alguna concentración de cloro libre residual. No obstante, es importante señalar que la ausencia de cloro libre residual no implica la presencia de contaminación microbiológica.

Tabla 20. Cloro libre residual.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 5 Grifo Cocina	Cloro libre residual	mg/L Cl	0,1	0,3-2,0	SI

Fuente: Propia

Gráfico 21. Comparación resultados cloro libre residual



Fuente: Propia

Se verifica con la muestra 5 que se toma del grifo de la cocina que contiene un valor mínimo de cloro libre residual, cumpliendo con los parámetros.



12.2.17. MICROBIOLÓGICO - CLORUROS

El cloruro es un indicador que se encuentra en las muestras de agua en mayor cantidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Un contenido elevado de cloruros puede perjudicar el crecimiento vegetal y para aguas potables varía el sabor salado producido por la concentración de cloruros.

Tabla 21. Cloruros.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 5 Grifo Cocina	Cloruros	mg/L Cl	3	250	SI

Fuente: Propia

Gráfico 22. Comparación resultados cloruros



Fuente: Propia

Esta muestra indica que el valor de cloruros contenido en la muestra de agua es mínimo y cumple con los parámetros aceptables.



12.2.18. MICROBIOLÓGICO - NITRITOS

Es importante tener esta variable presente al realizar un estudio microbiológico puesto que este componente en grandes cantidades puede causar daños perjudiciales para la salud. Los altos niveles de nitritos pueden corresponder a contaminación en las aguas subterráneas por residuos de animales o derrames de agua provenientes de lecherías o ganado y también el uso de fertilizantes; estos microorganismos transforman los nitratos en nitritos.

Tabla 22. Nitritos.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 5 Grifo Cocina	Nitritos	mg/L N-NO ₂	0,01	0,1	SI

Fuente: Propia

Gráfico 23. Comparación resultados nitritos



Fuente: Propia

De acuerdo a los resultados el agua que proviene del grifo de la cocina tiene un valor mínimo de nitritos que no es perjudicial para la salud.



12.2.19. MICROBIOLÓGICO - MAGNESIO

El magnesio es un metal alcalinotérreo, quiere decir que es más duro que los metales alcalinos y corresponden a la dureza del agua, entre mayor sea el indicador contara con concentración de sales elevadas, esto puede causar problemas para la salud a nivel intestinal.

Tabla 23. Magnesio.

TIPO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	VR MÁXIMO ACEPTABLE	¿CUMPLE?
MUESTRA 5 Grifo Cocina	Magnesio	mg/L Mg	0,5	36	SI

Fuente: Propia

Gráfico 24. Comparación resultados magnesio



Fuente: Propia

Como se puede evidenciar los resultados son mínimos, cumpliendo así los valores aceptables para este parámetro lo que indica que no afectara a la salud en este aspecto.



12.2.20. EVALUACIÓN DEL IRCA

Índice De Riesgo De La Calidad De Agua Para Consumo Humano, Por Muestra.

Dando cumplimiento al artículo 13 de la Resolución 2115 de 2007, a continuación, se realiza la evaluación del IRCA asignando los valores correspondientes para cada una de las variables físicas, químicas y microbiológicas de acuerdo a su cumplimiento, respecto a las muestras tomadas.

Tabla 24. Puntaje IRCA – Muestra 4 Tanque modificado.

PARÁMETROS	MUESTRA 4 - Tanque modificado			
	VR MÁXIMO ACEPTABLE	VALOR	¿CUMPLE?	IRCA Puntaje de riesgo
pH	6,5-9,0	6,26	NO	1,5
Color aparente	15 UPC	20	NO	6
Turbiedad	2 UNT	2,1	NO	15
Alcalinidad	200 mg/L	55,6	SI	
Dureza total	300 mg/L	20	SI	
Dureza cálcica	60 mg/L	6	SI	
Hierro	0,3 mg/L	0	SI	
Nitratos	10 mg/L	0	SI	
Sulfatos	250 mg/L	0	SI	
Coliformes Totales	0 UFC/100 ml	2,20E+03	NO	15
Escherichia coli	0 UFC/100 ml	0	SI	
SUMATORIA PUNTAJE DE RIESGO				37,5

Fuente: Propia

$$IRCA (\%) = \frac{1.5 + 6 + 15 + 15}{1.5 + 6 + 15 + 1 + 1 + 1 + 1.5 + 1 + 1 + 15 + 25} * (100)$$

$$IRCA (\%) = 54.34\%$$



Importante: La evaluación del IRCA en este caso se toma bajo el **69%** del 100% de los parámetros indicados en la norma; dado a que para este estudio no se llevaron a cabo la totalidad de las variables microbiológicas y fisicoquímicas indicadas en la resolución; para la **muestra 4 solo se evalúan 11** de las 23 variables.

Respecto al artículo 15 de la Resolución 2115 de 2007, sobre la Clasificación del Nivel de Riesgo respecto a los resultados del IRCA por muestra; se establece que para la muestra 4 tomada del tanque de almacenamiento modificado que se realizó en el año 2022, indica que el nivel de riesgo es alto, por lo tanto, esta agua no es apta para el consumo humano y debe ser reportado ante los entes encargados.

Tabla 25. Puntaje IRCA – Muestra 5 Grifo Cocina.

PARÁMETROS	MUESTRA 5 Grifo Cocina			
	VR MÁXIMO ACEPTABLE	VALOR	¿CUMPLE?	IRCA Puntaje de riesgo
pH	6,5-9,0	6,55	SI	
Color aparente	15 UPC	40	NO	6
Turbiedad	2 UNT	2,7	NO	15
Alcalinidad	200 mg/L	20	SI	
Dureza total	300 mg/L	23,4	SI	
Dureza cálcica	60 mg/L	10,43	SI	
Cloro libre residual	0,3-2,0 mg/L Cl	0,1	SI	
Cloruros	250 mg/L Cl	3	SI	
Magnesio	36 mg/L Mg	0,5	SI	
Hierro	0,3 mg/L	0	SI	
Nitratos	10 mg/L	0	SI	
Nitritos	0,1 mg/L N-NO ₂	0,01	SI	
Sulfatos	250 mg/L	0	SI	
Coliformes Totales	0 UFC/100 ml	0	SI	
SUMATORIA PUNTAJE DE RIESGO				21

Fuente: Propia

$$IRCA (\%) = \frac{6 + 15}{1.5 + 6 + 15 + 1 + 1 + 1 + 15 + 1 + 1 + 1.5 + 1 + 3 + 1 + 15} * (100)$$

$$IRCA (\%) = 32.81\%$$

Importante: La evaluación del IRCA en este caso se toma bajo el **64%** del 100% de los parámetros indicados en la norma; dado a que para este estudio no se llevaron a cabo la totalidad de las variables microbiológicas y fisicoquímicas indicadas en la resolución; para la **muestra 5 solo se evalúan 14** de las 23 variables.

Respecto al artículo 15 de la Resolución 2115 de 2007, sobre la Clasificación del Nivel de Riesgo respecto a los resultados del IRCA por muestra; se establece que para la muestra 5 tomada del grifo de la cocina que se realizó en el año 2022, indica que el nivel de riesgo es medio, por lo tanto, esta agua no es apta para el consumo humano y debe ser reportado ante los entes encargados.

12.2.21. TEST DE JARRAS

Se lleva a cabo el laboratorio denominado Test de Jarras, siendo este es un proceso de clarificación, el cual radica en la remoción de impurezas presentes en el agua, como sólidos en suspensión, sólidos disueltos y las partículas coloidales que tienen diferentes tamaños generando cambios en el color y gran turbiedad. Mediante la coagulación se agregan químicos coagulantes que generan desestabilización de los coloides y, posteriormente, el químico floculante que aglutina los sólidos en suspensión desestabilizados, aumentando su peso y provocando su precipitación. De esta forma se



determinará las condiciones de la muestra de referencia simulada de agua cruda (Bentonita preparada a una concentración de 60g/L).

Ilustración 20. Medición Test de Jarras



Fuente: Propia

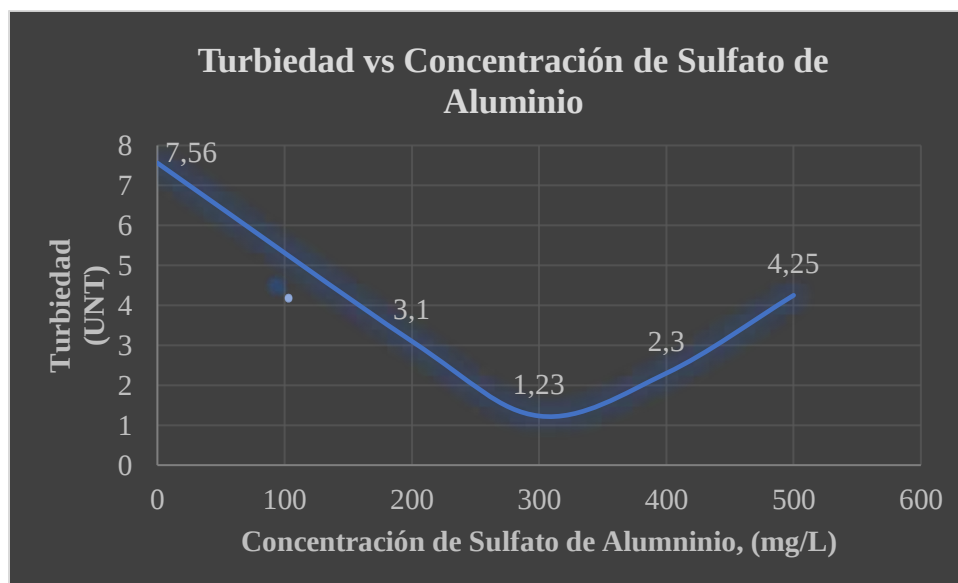
Tabla 26. Valores de test de jarras para muestra 1 (Acueducto).

MUESTRA 1 ACUEDUCTO (BENTONITA PREPARADA A UNA CONCENTRACIÓN DE 60g/L)					
VARIABLE FISICOQUIMICA	MUESTRA INICIAL (CRUDA)	JARRA 1	JARRA 2	JARRA 3	JARRA 4
Volumen Coagulante Sulfato de Aluminio - $Al_2(SO_4)_3$ Agregado a cada jarra de 1,0 L	0 mL	4 mL	8 mL	16 mL	32 mL
Concentración Coagulante $Al_2(SO_4)_3$ Agregado a cada jarra de 1,0 L	0 mg/L	40 mg/L	80 mg/L	160 mg/L	320 mg/L
Turbiedad (UNT)	7,56	3,1	1,23	2,3	4,25
Conductividad (μs/cm)	315,4	389,2	412,5	486,3	512,1

pH	7,78	7,65	7,54	7,32	7,16
TDS - (Solidos disueltos totales) (ppm)	271,2	299,8	342,3	371,1	412,4
Color UPC	34	24	11	16	25
Alcalinidad (mg/L CaCO₃)	3,2	4	3,6	5	15,6
Acidez (mg/L CaCO₃)	0,6	0,16	0,26	0,27	0,72

Fuente: Propia

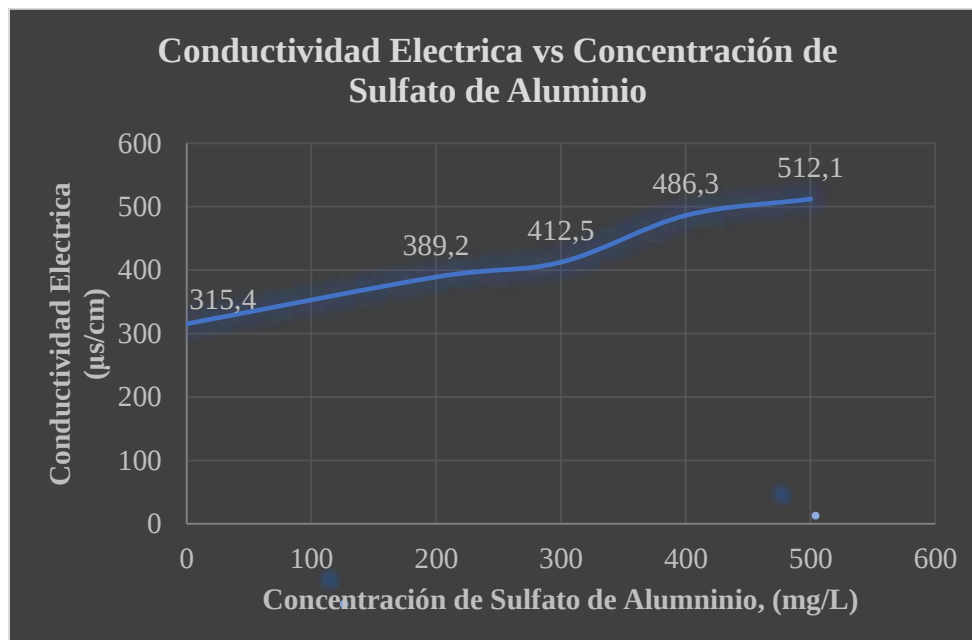
Gráfico 25. Turbiedad vs Concentración de Sulfato de Aluminio



Fuente: Propia

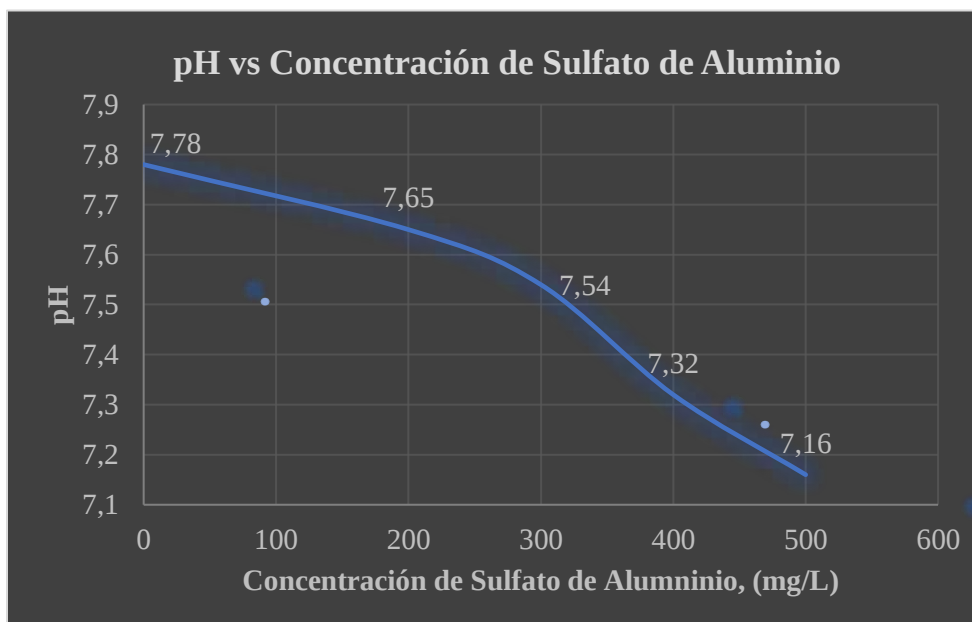


Gráfico 26. Conductividad vs Concentración de Sulfato de Aluminio



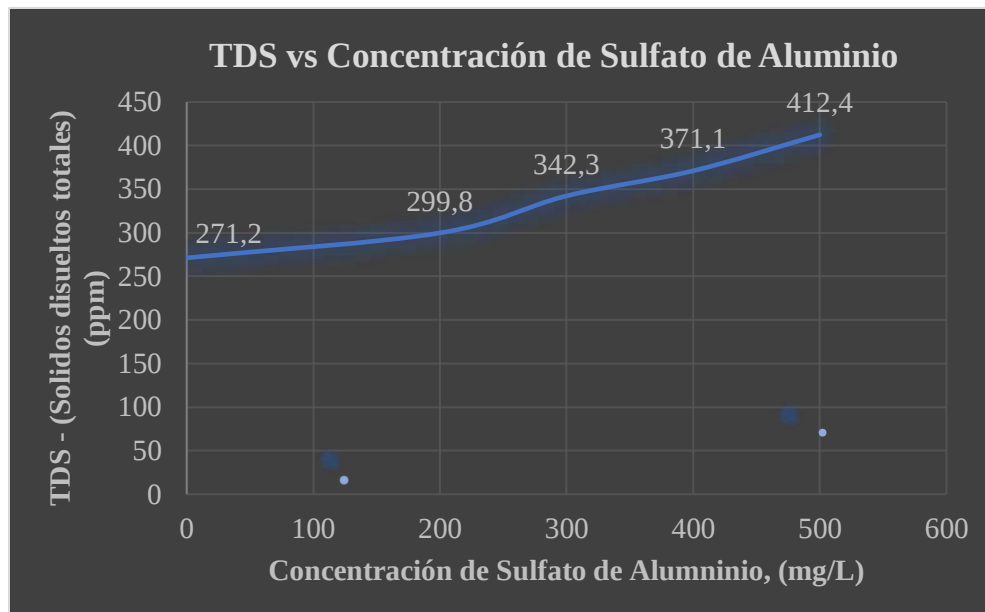
Fuente: Propia

Gráfico 27. pH vs Concentración de Sulfato de Aluminio



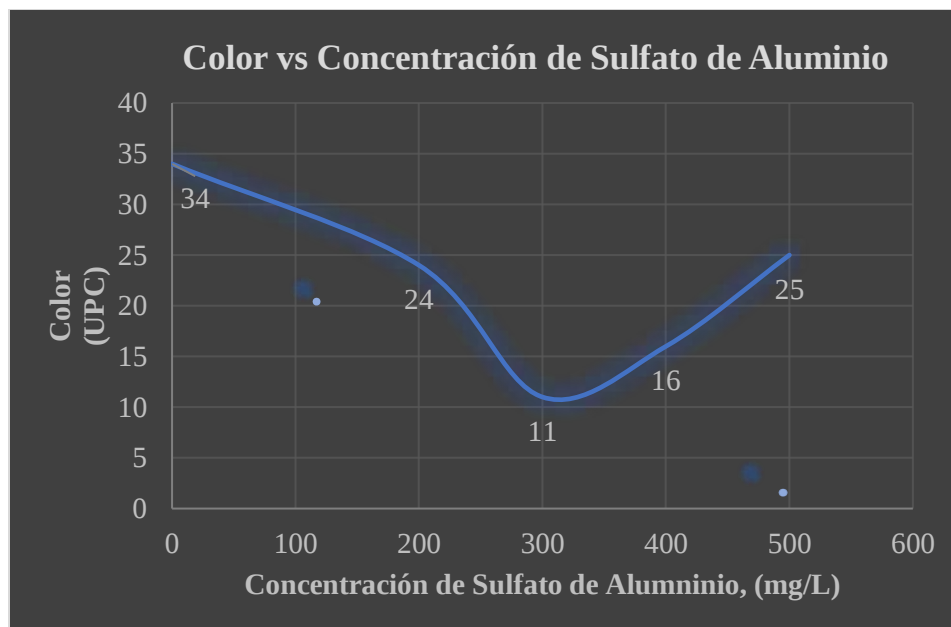
Fuente: Propia

Gráfico 28. TDS vs Concentración de Sulfato de Aluminio



Fuente: Propia

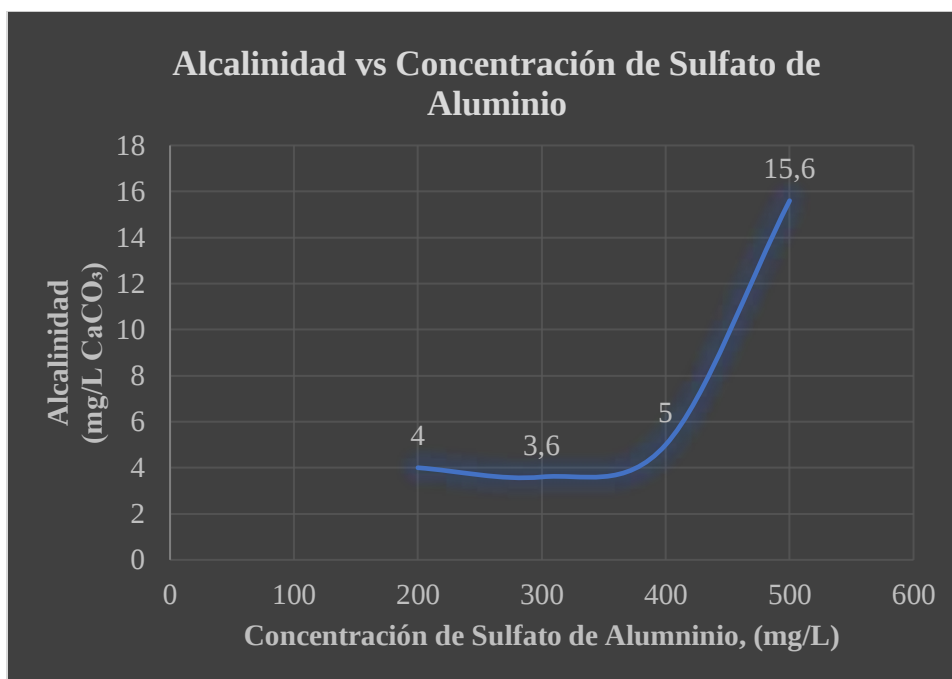
Gráfico 29. Color vs Concentración de Sulfato de Aluminio



Fuente: Propia

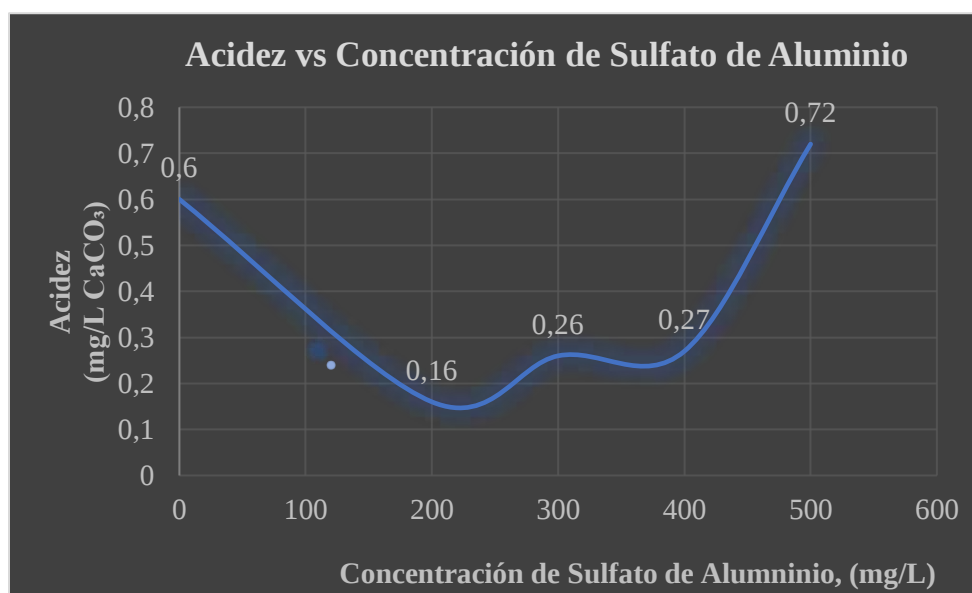


Gráfico 30. Alcalinidad vs Concentración de Sulfato de Aluminio



Fuente: Propia

Gráfico 31. Acidez vs Concentración de Sulfato de Aluminio



Fuente: Propia

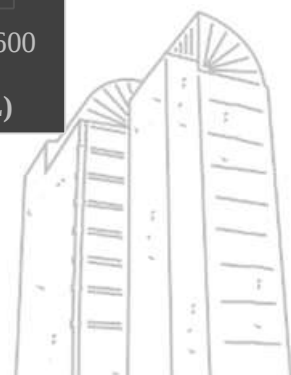
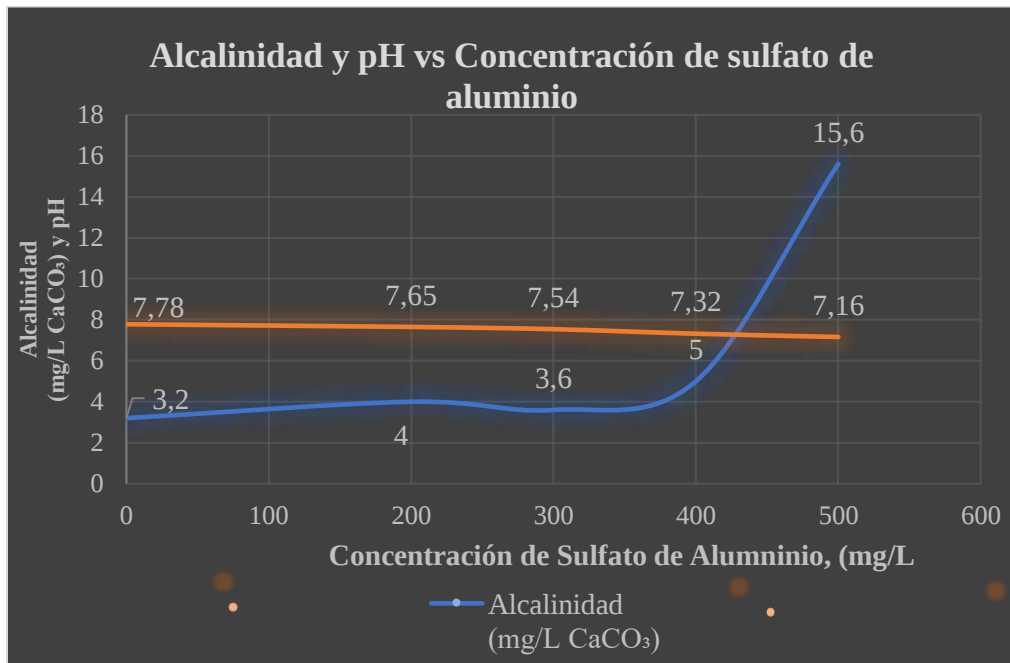


Gráfico 32. Alcalinidad y pH vs Concentración de sulfato de aluminio



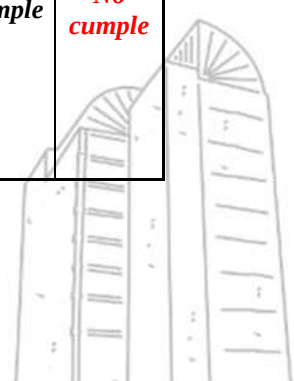
Fuente: Propia

Tabla 27. Valores de test de jarras para muestra 1 (Acueducto) y cumplimiento de normatividad.

MUESTRA DE REFERENCIA SIMULADA DE AGUA CRUDA (BENTONITA PREPARADA A UNA CONCENTRACIÓN DE 60g/1L)		CORRELACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS				
		VALORES O MAGNITUDES				
VARIABLES FISICOQUÍMICAS	PARÁMETROS RES. 2115 de 2007	MUESTRA INICIAL (CRUDA)	JARRA 1	JARRA 2	JARRA 3	JARRA 4
Turbiedad (UNT)	De acuerdo al artículo 2 de la Resolución 2115; en el cuadro n°1 de características físicas, indica que el valor máximo aceptable para la variable de turbiedad es de 2 UNT.	7,56	3,1	1,23	2,3	4,25
		<i>No cumple</i>	<i>No cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>No cumple</i>	<i>No cumple</i>
Conductividad (µs/cm)	De acuerdo al artículo 3 de la Resolución 2115; indica que el valor máximo aceptable para la conductividad es de 1000 microsiemens/cm.	315,4	389,2	412,5	486,3	512,1
		<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>

pH	De acuerdo al artículo 4 de la Resolución 2115; indica que el valor para el potencial de hidrógeno pH del agua para consumo humano, deberá estar comprendido entre 6,5 y 9,0.	7,78	7,65	7,54	7,32	7,16
		<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>
TDS - (Solidos disueltos totales) (ppm)	De acuerdo al artículo 3 de la Resolución 2115; indica que Un incremento de los valores habituales de la conductividad superior al 50% en el agua de la fuente, indica un cambio sospechoso en la cantidad de sólidos disueltos y su procedencia debe ser investigada de inmediato por las autoridades sanitaria y ambiental competentes y la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano.	271,2	299,8	342,3	371,1	412,4
		<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>
Color UPC	De acuerdo al artículo 2 de la Resolución 2115; en el cuadro n°1 de características físicas, indica que el valor máximo aceptable para la variable de color es de 15 PCU.	34	24	11	16	25
		<i>No cumple</i>	<i>No cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>No cumple</i>	<i>No cumple</i>
Alcalinidad (mg/L CaCO₃)	De acuerdo al Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, en el título B; indica que el valor máximo aceptable para la alcalinidad es de 200 mg/L.	64	80	72	100	312
		<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>No cumple</i>
Acidez (mg/L CaCO₃)	Si la muestra tiene un pH menor que 5,5 o mayor de 8,6, el agua es muy ácida, y a los peces y otros organismos les será imposible sobrevivir. Si esta esta entre 5,5-5,9 ó 8,1-8,5 es aceptable, existen ciertos organismos que puedan aguantar esa acidez, pero no muchos. Si tenemos un resultado de 6,0-6,4 ó 7,6-8,0 La acidez sería buena. Un pH excelente es aquel que encontramos entre 6,5 y 7,5.	12	3,2	5,2	5,4	14,4
		<i>No cumple</i>	<i>No cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>No cumple</i>

Fuente: Propia



Evaluando los resultados del test de jarras para esta primera muestra que es tomada del acueducto; e identificando cada uno de los aspectos y variables fisicoquímicas, se evidencia que la jarra que cumple con todos los parámetros de la normatividad correspondiente a la Resolución 2115 de 2007 y el Decreto 475 de 1998, es la Jarra 2 demostrando su eficiencia de acuerdo a la concentración del coagulante de sulfato de aluminio en la muestra de agua, con una concentración de 80 mg/L; brindando así una mayor calidad del agua.

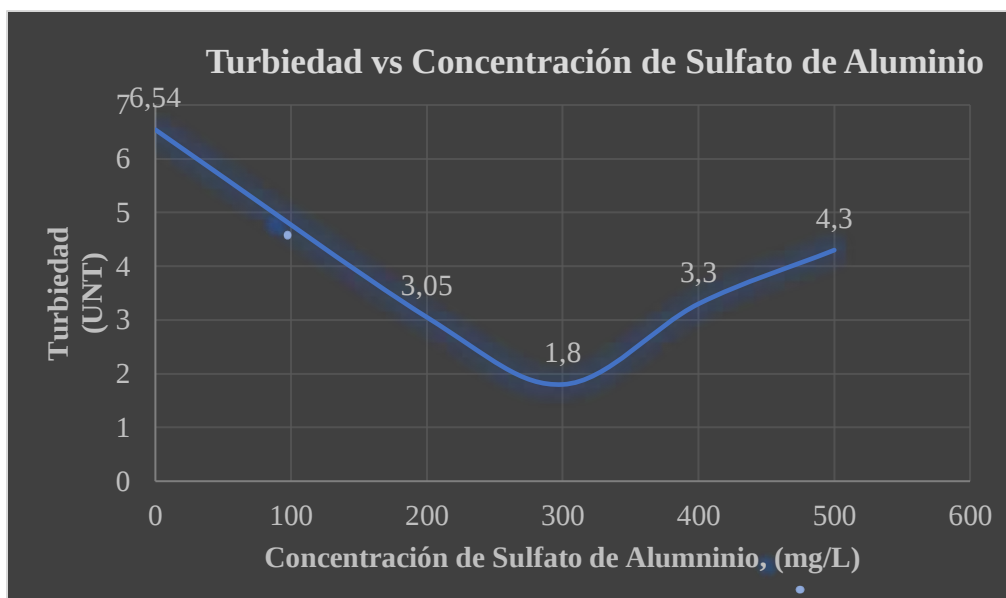
Tabla 28. Valores de test de jarras para muestra 2 (Tanque).

MUESTRA 2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO (BENTONITA PREPARADA A UNA CONCENTRACIÓN DE 60g/1L)					
VARIABLE FISICOQUIMICA	MUESTRA INICIAL (CRUDA)	JARRA 1	JARRA 2	JARRA 3	JARRA 4
Volumen Coagulante Sulfato de Aluminio - $Al_2(SO_4)_3$ Agregado a cada jarra de 1,0 L	0 mL	4 mL	8 mL	16 mL	32 mL
Concentración Coagulante $Al_2(SO_4)_3$ Agregado a cada jarra de 1,0 L	0 mg/L	40 mg/L	80 mg/L	160 mg/L	320 mg/L
Turbiedad (UNT)	6,54	3,05	1,8	3,3	4,3
Conductividad (μs/cm)	321,5	356,6	421,8	514,2	565,2
pH	7,75	7,69	7,44	7,38	7,23
TDS - (Solidos disueltos totales) (ppm)	268,6	277,5	333,5	385,6	404,2

Color UPC	42	29	17	22	36
Alcalinidad (mg/L CaCO₃)	3,8	2,4	3	8,2	19,6
Acidez (mg/L CaCO₃)	0,8	0,56	0,26	0,43	0,93

Fuente: Propia

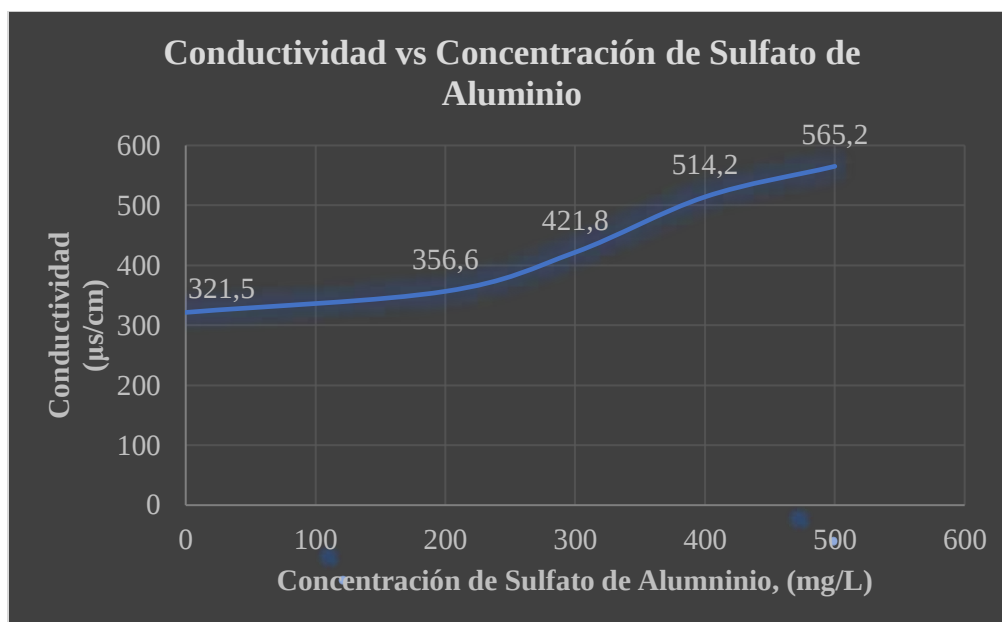
Gráfico 33. Turbiedad vs Concentración de Sulfato de Aluminio



Fuente: Propia

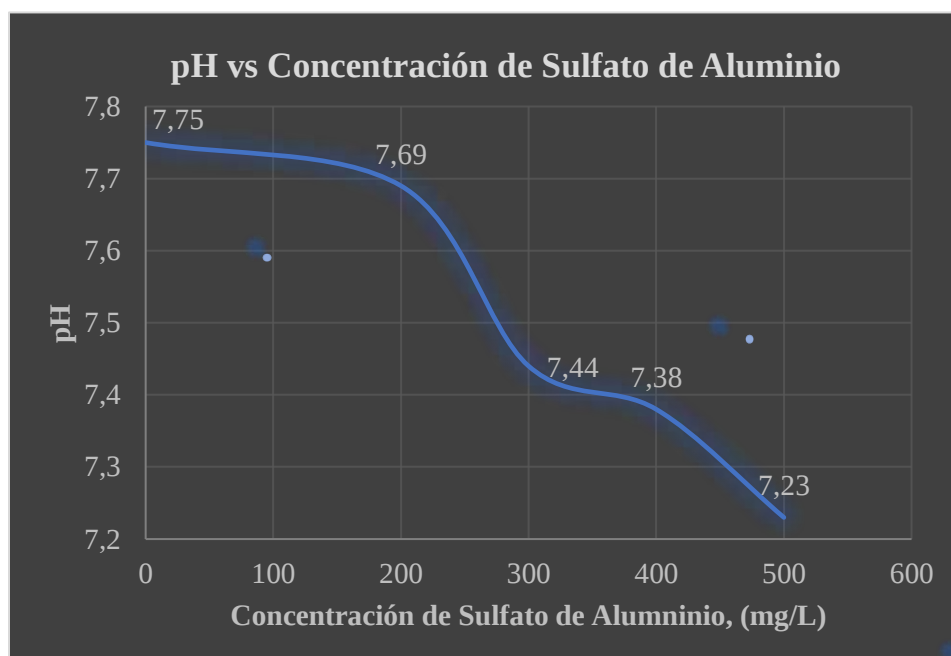


Gráfico 34. Conductividad vs Concentración de Sulfato de Aluminio



Fuente: Propia

Gráfico 35. pH vs Concentración de Sulfato de Aluminio



Fuente: Propia

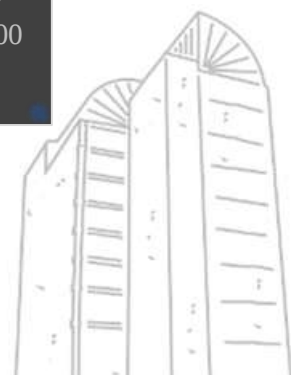
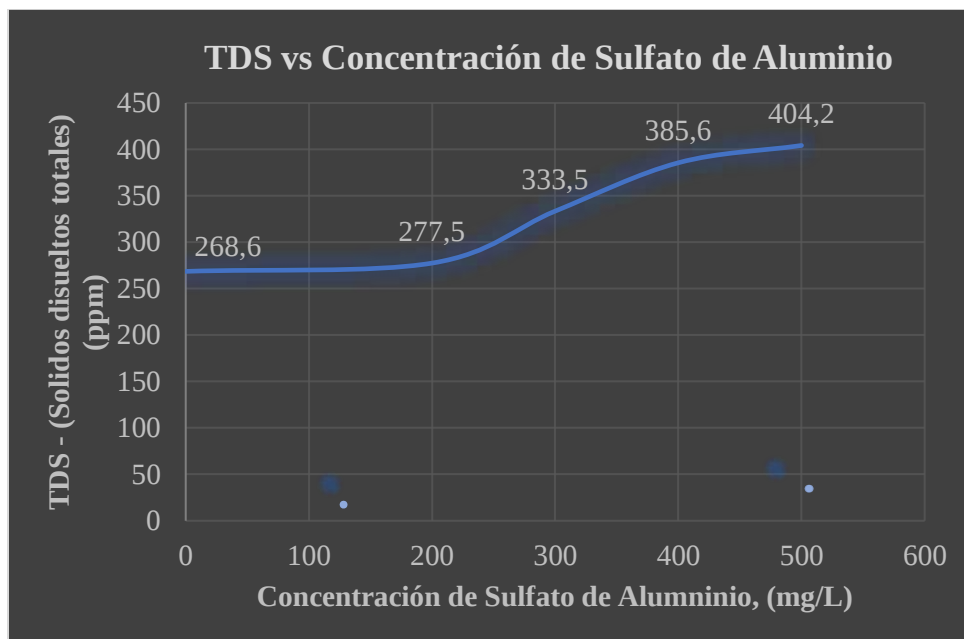
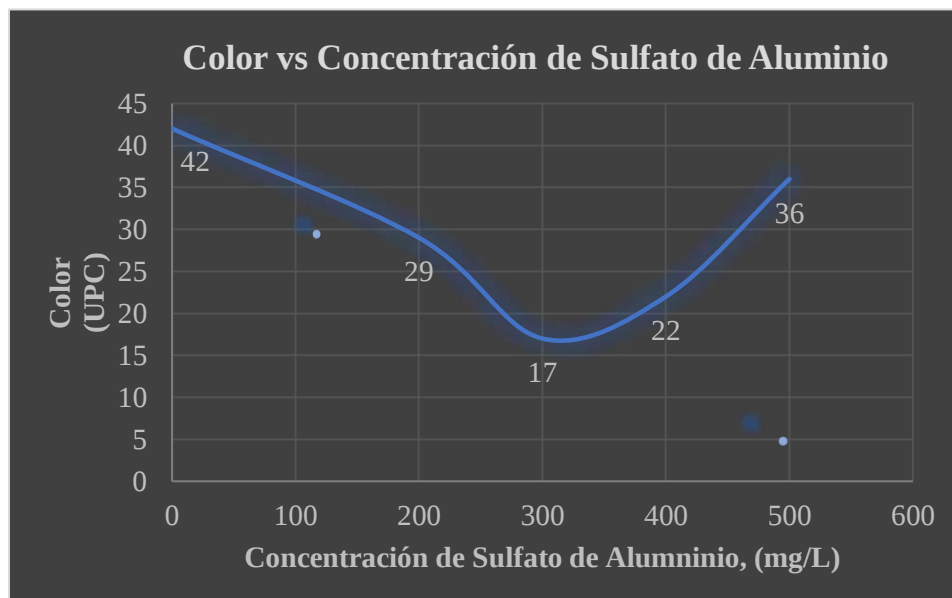


Gráfico 36. TDS vs Concentración de Sulfato de Aluminio



Fuente: Propia

Gráfico 37. Color vs Concentración de Sulfato de Aluminio



Fuente: Propia

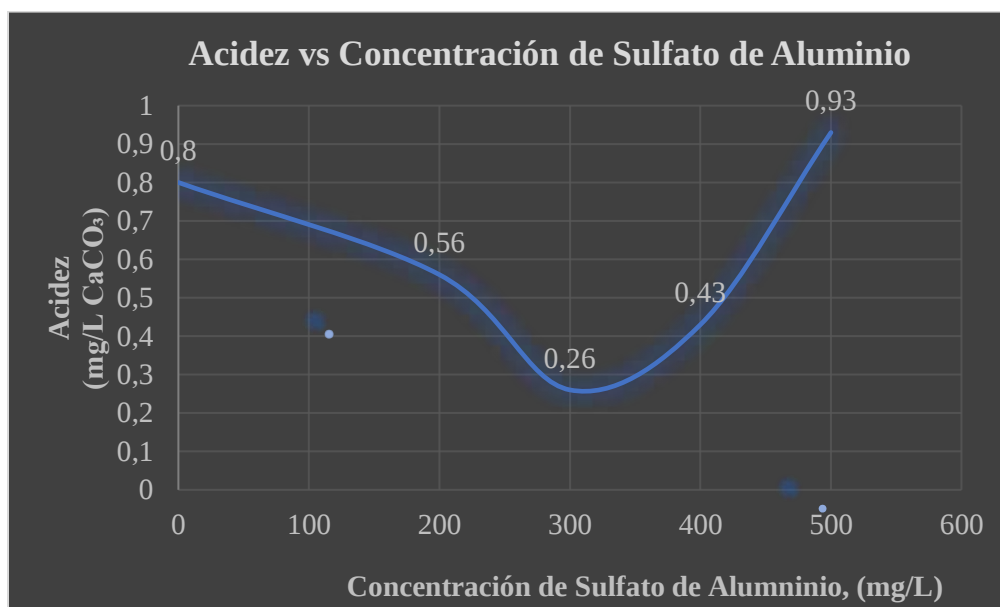


Gráfico 38. Alcalinidad vs Concentración de Sulfato de Aluminio



Fuente: Propia

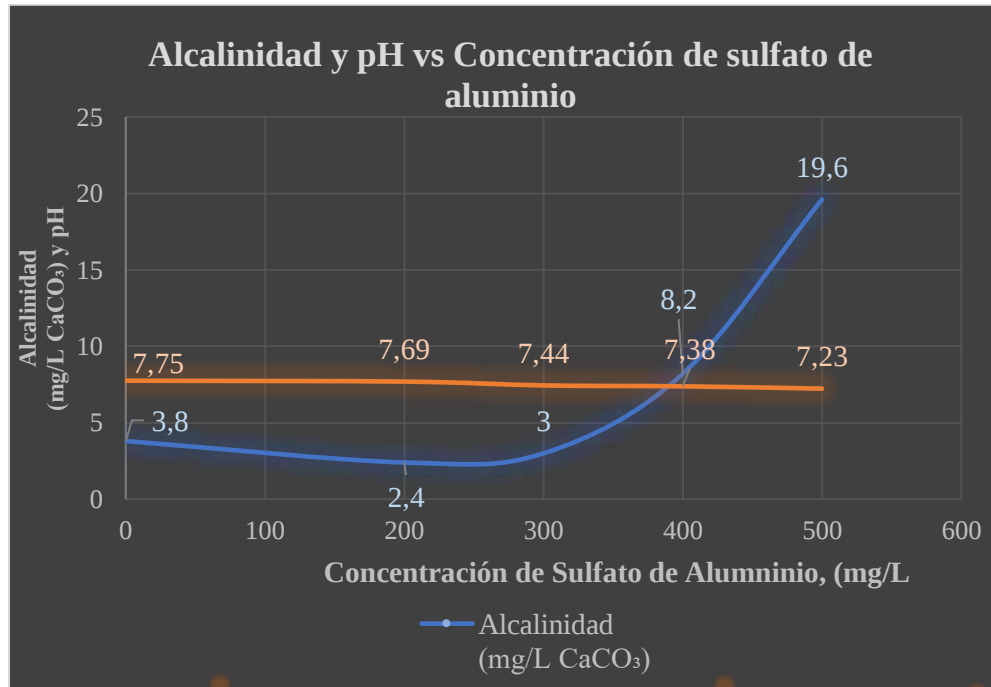
Gráfico 39. Acidez vs Concentración de Sulfato de Aluminio



Fuente: Propia



Gráfico 40. Alcalinidad y pH vs Concentración de sulfato de aluminio



Fuente: Propia

Tabla 29. Valores de test de jarras para muestra 2 (Tanque de almacenamiento) y cumplimiento de normatividad.

MUESTRA DE REFERENCIA SIMULADA DE AGUA CRUDA (BENTONITA PREPARADA A UNA CONCENTRACIÓN DE 60g/1L)		CORRELACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS				
		VALORES O MAGNITUDES				
VARIABLES FISICOQUÍMICAS	PARÁMETROS RES. 2115 de 2007	MUESTRA INICIAL (CRUDA)	JARRA 1	JARRA 2	JARRA 3	JARRA 4
Turbiedad (UNT)	De acuerdo al artículo 2 de la Resolución 2115; en el cuadro n°1 de características físicas, indica que el valor máximo aceptable para la variable de turbiedad es de 2 UNT.	6,54	3,05	1,8	3,3	4,3
		No cumple	No cumple	Cumple	No cumple	No cumple
Conductividad (µs/cm)	De acuerdo al artículo 3 de la Resolución 2115; indica que el valor máximo aceptable para la conductividad es de 1000 microsiemens/cm.	321,5	356,6	421,8	514,2	565,2
		Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

pH	De acuerdo al artículo 4 de la Resolución 2115; indica que el valor para el potencial de hidrógeno pH del agua para consumo humano, deberá estar comprendido entre 6,5 y 9,0.	7,75	7,69	7,44	7,38	7,23
		<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>
TDS - (Solidos disueltos totales) (ppm)	De acuerdo al artículo 3 de la Resolución 2115; indica que Un incremento de los valores habituales de la conductividad superior al 50% en el agua de la fuente, indica un cambio sospechoso en la cantidad de sólidos disueltos y su procedencia debe ser investigada de inmediato por las autoridades sanitaria y ambiental competentes y la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano.	268,6	277,5	333,5	385,6	404,2
		<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>
Color UPC	De acuerdo al artículo 2 de la Resolución 2115; en el cuadro n°1 de características físicas, indica que el valor máximo aceptable para la variable de color es de 15 PCU.	42	29	17	22	36
		<i>No cumple</i>	<i>No cumple</i>	<i>No cumple</i>	<i>No cumple</i>	<i>No cumple</i>
Alcalinidad (mg/L CaCO₃)	De acuerdo al Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, en el título B; indica que el valor máximo aceptable para la alcalinidad es de 200 mg/L.	76	48	60	164	392
		<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>No cumple</i>
Acidez (mg/L CaCO₃)	Si la muestra tiene un pH menor que 5,5 ó mayor de 8,6, el agua es muy ácida, y a los peces y otros organismos les será imposible sobrevivir. Si esta entre 5,5-5,9 ó 8,1-8,5 es aceptable, existen ciertos organismos que puedan aguantar esa acidez, pero no muchos. Si tenemos un resultado de 6,0-6,4 ó 7,6-8,0 La acidez sería buena. Un pH excelente es aquel que encontramos entre 6,5 y 7,5.	16	11,2	5,2	8,6	18,6
		<i>No cumple</i>	<i>No cumple</i>	<i>Cumple</i>	<i>No cumple</i>	<i>No cumple</i>

Fuente: Propia

Evaluando los resultados del test de jarras para esta segunda muestra que es tomada del tanque de almacenamiento de agua; e identificando cada uno de los aspectos y variables fisicoquímicas, se evidencia que la jarra que cumple con la mayor cantidad de parámetros a excepción de la variable del color aparente, de igual forma es la Jarra 2, demostrando su eficiencia de acuerdo a la concentración del coagulante de sulfato de aluminio con una concentración de 80 mg/L; brindado así una mayor calidad del agua, cumpliendo con los parámetros correspondientes a la Resolución 2115 de 2007 y el Decreto 475 de 1998.

13. ANÁLISIS FINAL

A través del estudio realizado por medio de los diferentes laboratorios elaborados y analizando cada uno de los resultados respecto a la normatividad vigente, se identifica que algunos aspectos no cumplen los valores establecidos y se evidencia que el agua no es apta para el consumo humano y por lo tanto es preciso tomar las medidas necesarias para conseguir que esta agua sea potable y segura para la salud de las personas y animales.

14. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO

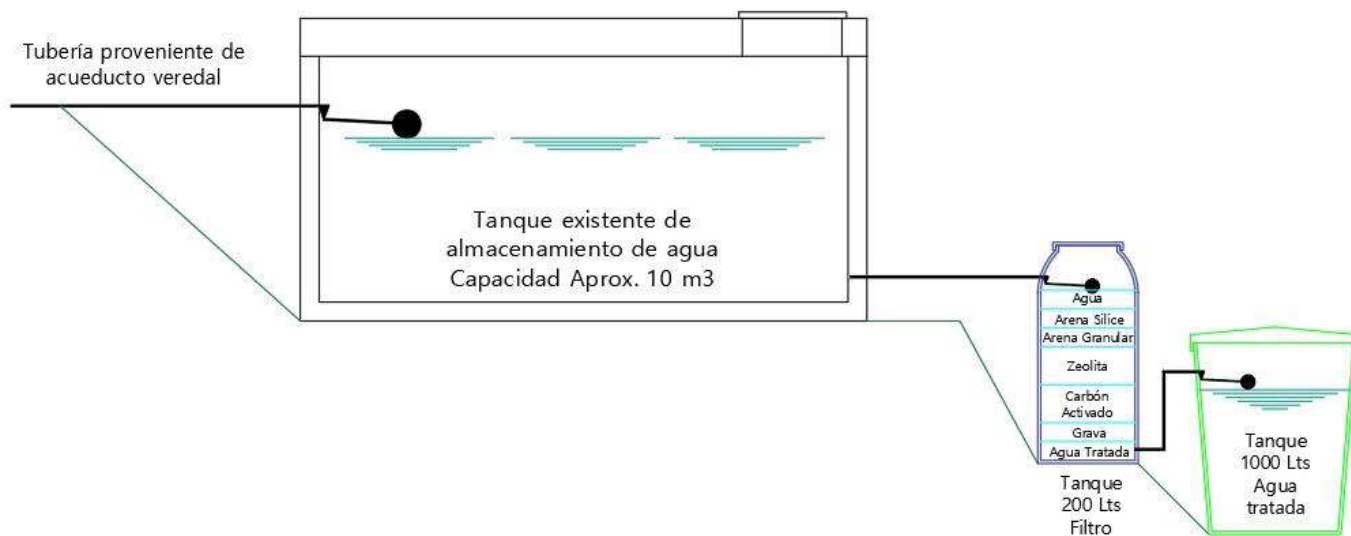
Evaluando las condiciones actuales del tanque de almacenamiento de agua y comprobando que a pesar de que se realizó una mejora al tanque construyendo una placa en concreto para la protección del mismo, se requiere implementar un tratamiento para hacer la limpieza del agua que llega al tanque y se distribuye a la casa.



Se diseñaron 2 posibles opciones para el tratamiento del agua que permita mejorar las condiciones de calidad en el agua y que lograra contar con los parámetros para que se clasifique como agua potable.

14.1. OPCIÓN 1. FILTRO

Ilustración 21. Diseño filtro materiales especiales con mayor filtración



Fuente: Propia

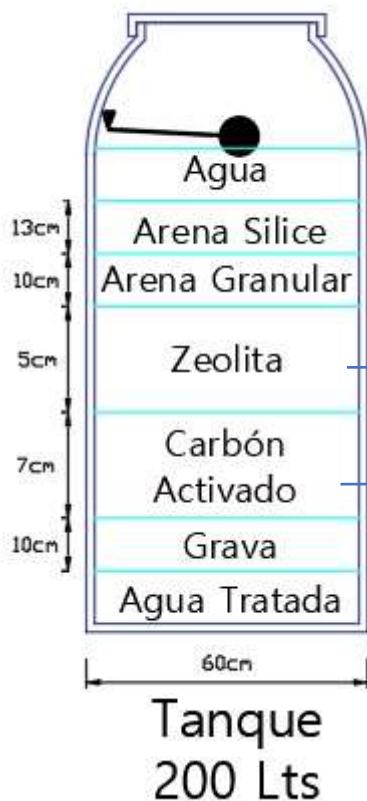
Tabla 30. Especificación de materiales y su función - Filtro 1.

OPCIÓN FILTRO 1			
Orden Capa	Material	Espesor Capa	Función
Primera Capa	Grava 1/4 a 1/2	10 cm	Soporte y retención de impurezas.
Segunda Capa	Carbón Activado	7 cm	Absorbe materia orgánica, microorganismos, herbicidas, pesticidas, entre otros.
Tercera Capa	Zeolita	5 cm	Retención partículas hasta de 5 micras, retención de partículas inorgánicas y patógenos.
Cuarta Capa	Arena Granular	10 cm	Retención partículas mayores y regula la velocidad de filtración.
Quinta Capa	Arena Sílice	13 cm	Regula la velocidad de filtración y retiene sólidos en suspensión.

Fuente: Propia

Nota importante: En la separación entre capas de materiales, se debe garantizar la separación de los mismos mediante geotextil o mallas que no permitan la mezcla de materiales.

Ilustración 22. Especificaciones Filtro 1



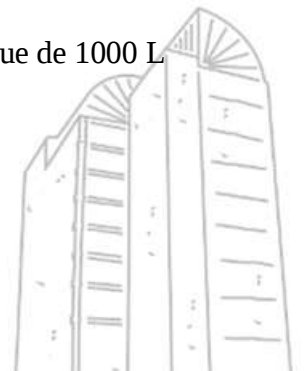
Es un mineral de origen natural formado a partir de cenizas volcánicas, que se depositó en lagos de agua salada; con el tiempo el material se cristalizó convirtiéndose en Zeolita.

Este material es ideal para la purificación del agua; de acuerdo a su microporosidad y estabilidad filtra adecuadamente las micras de sólidos suspendidos; absorbe una serie de metales pesados como el plomo, cobre, cadmio, zinc, cobalto, cromo, manganeso y hierro.

El carbón activado se fabrica a partir de materiales orgánicos ricos en carbono que se queman a altas temperaturas. Gracias a su porosidad tiene una capacidad de adsorber compuestos orgánicos en su superficie, por esta razón es un buen purificante de contaminantes orgánicos. Tiene gran área superficial para adsorber contaminantes sólidos, sedimentos y compuestos orgánicos.

Fuente: Propia

En esta primera opción se calcula que para una caneca (tanque) de 200 litros con un diámetro de 60 cm y una altura de materiales filtrantes de 45 cm, es posible filtrar 56 litros por hora; por lo cual son aproximadamente 17 horas para llenar el tanque de 1000 L de agua tratada.



En este caso se realizaron los cálculos hidráulicos aproximados para hallar la capacidad del filtro y los espesores de cada capa, basados en algunas especificaciones y condiciones enunciadas en la Resolución 0330 de 2017.

Tabla 31. Consumo aproximado por familia - Filtro 1.

CONSUMO APROXIMADO POR FAMILIA		
Punto	litros por persona	4 personas/día
lavamanos	10	40
ducha	50	200
lavadora	30	120
lavaplatos	10	40
inodoro	10	40
Total, litros de agua /día		440
Consumo mensual		13,2

Tabla 32. Cálculo de caudal - Filtro 1.

CRITERIOS PARA CÁLCULO DE CAUDAL DE FILTRO		
Consumo de agua	440	Litros/día
Caudal diseño del filtro	1344	Litros/día

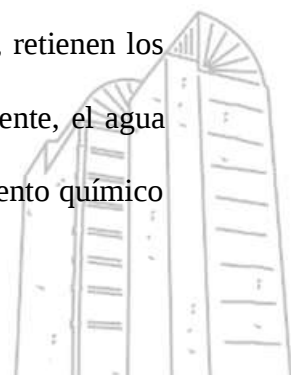
Nota: Se considera un factor de seguridad de 280 litros al día para labores de granja y galpón.



Tabla 33. Descripción caudales y espesores - Filtro 1.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DIAMETRO 60 cm
Área de filtración	m2	0,28
Caudal Filtración	L/h	56
Caudal filtración nominal	L/h	60
Altura para 20 Lts	cm	7
Espesor Capa Arena Silice	cm	13
Espesor Capa Arena Granular	cm	10
Espesor Capa Zeolita	cm	5
Espesor Capa Carbón Activado	cm	7
Espesor Capa Grava	cm	10

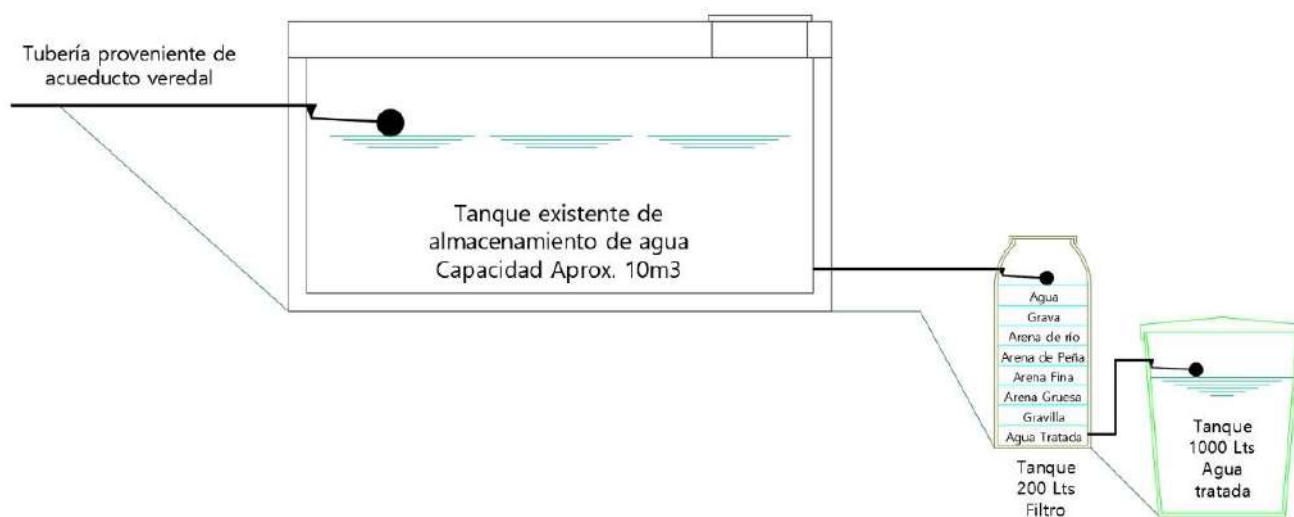
Para esta primera opción se propone el uso de materiales comúnmente usados por sus características purificantes y en especial la Zeolita y el Carbón activado para el tratamiento de aguas; como se proyecta en la ilustración 21, se presenta el uso de una caneca plástica como tanque de almacenamiento, la conexión se realizará por medio de tubería de captación de 1/2" de diámetro que sale de la parte baja del tanque principal (como se encuentra construido en la finca actualmente). Este tanque será llenado por medio de la gravedad en la parte superior y funcionara como filtro, en la tabla 30 se encuentran las especificaciones de como irán distribuidos los materiales de purificación; estos componentes bioquímicos cuentan con una gran capacidad para la remoción de turbiedad, dureza, calcio, compuestos orgánicos, color, sabor y olor del agua; también estos materiales contribuyen a la remoción de fosfatos, sulfatos y cloruros, retienen los sólidos suspendidos y reducen la cantidad de bacterias coliformes. Finalmente, el agua que ya ha sido filtrada pasará a otro tanque en donde se realizará el tratamiento químico



del agua, se sugieren dos sistemas de cloración, el primero puede ser cloro solido con un tanque de pre mezcla y una dosificación adecuada para que a la salida este a una concentración de 03 a 2 mg/L, y la segunda opción puede ser hipoclorito de sodio ajustando los cálculos de solución a final mediante un método por goteo con un sistema de dosificación en el tanque final.

14.2. OPCIÓN 2. FILTRO

Ilustración 23. Diseño filtro materiales comunes



Fuente: Propia

Tabla 34. Especificaciones Filtro 2.

OPCIÓN FILTRO 2			
Orden Capa	Material	Espesor Capa	Función
Primera Capa	Gravilla	20 cm	Soporte, retención de impurezas
Segunda Capa	Arena Gruesa	30 cm	Retención de Partículas Mayores
Tercera Capa	Arena Fina	16 cm	Retención de Partículas y regulación de velocidad de filtrado
Cuarta Capa	Arena de Peña	10 cm	Retención partículas en suspensión
Quinta Capa	Arena de Río	10 cm	Retención sólidos en suspensión
Sexta Capa	Grava	10 cm	Capa anti erosión

Fuente: Propia

Nota importante: En la separación entre capas de materiales, se debe garantizar la separación de los mismos mediante geotextil o mallas que no permitan la mezcla de materiales.

Ilustración 24. Especificaciones Filtro 2



Fuente: Propia

En esta segunda opción se calcula que para una caneca (tanque) de 200 litros con un diámetro de 60 cm y una altura de materiales filtrantes de 93 cm, es posible filtrar 30 litros por hora; por lo cual son aproximadamente 720 litros de agua tratada al día.



En este caso se realizaron los cálculos hidráulicos aproximados para hallar la capacidad del filtro y los espesores de cada capa, basados en algunas especificaciones y condiciones enunciadas en la Resolución 0330 de 2017.

Tabla 35. Consumo aproximado por familia - Filtro 2.

CONSUMO APROXIMADO POR FAMILIA		
Punto	litros por persona	4 personas/día
lavamanos	10	40
ducha	50	200
lavadora	30	120
lavaplatos	10	40
inodoro	10	40
Total, litros de agua /día		440
Consumo mensual		13,2

Tabla 36. Cálculo de caudal - Filtro 2.

CRITERIOS PARA CÁLCULO DE CAUDAL DE FILTRO		
Consumo de agua	440	Litros/día
Caudal diseño del filtro	720	Litros/día

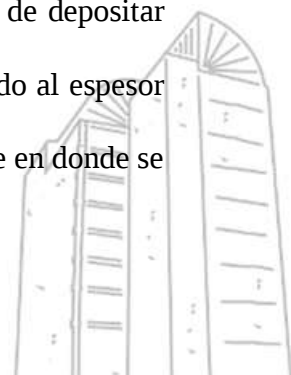
Nota: Se considera un factor de seguridad de 280 litros al día para labores de granja y galpón.



Tabla 37. Descripción caudales y espesores - Filtro 2.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DIAMETRO 60 cm
Área de filtración	m2	0,28
Caudal Filtración	L/h	30
Caudal filtración nominal	L/h	34
Altura para 20 Lts	cm	7
Espesor Capa Grava	cm	10
Espesor Capa Arena de Río	cm	13
Espesor Capa Arena de Peña	cm	10
Espesor Capa Arena Fina	cm	10
Espesor Capa Arena Gruesa	cm	30
Espesor Capa Gravilla	cm	20

Para esta segunda opción se proponen materiales usuales, cabe mencionar que, aunque son materiales comúnmente usados que de igual forma sirven para filtrar el agua, deteniendo impurezas y solidos suspendidos, regulando la capacidad o velocidad de filtración del agua y reteniendo material orgánico e inorgánico. Como se proyecta en la ilustración 23, se presenta el uso de una caneca plástica como tanque de almacenamiento, la conexión se realizará por medio de tubería de captación de 1/2" de diámetro que sale de la parte baja del tanque principal (como se encuentra construido en la finca actualmente). Este tanque será llenado por medio de la gravedad en la parte superior y funcionara como filtro; en la tabla 34 se encuentran las especificaciones de como irán distribuidos los materiales de purificación; es importante aclarar que antes de depositar cada uno de estos materiales, se deben lavar y luego se dosificara de acuerdo al espesor de cada capa. Finalmente, el agua que ya ha sido filtrada pasará a otro tanque en donde se

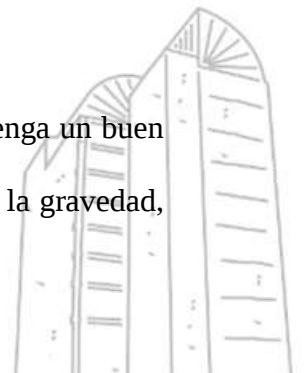


realizará el tratamiento químico del agua, se sugieren dos sistemas de cloración, el primero puede ser cloro solido con un tanque de pre mezcla y una dosificación adecuada para que a la salida este a una concentración de 03 a 2 mg/L, y la segunda opción puede ser hipoclorito de sodio ajustando los cálculos de solución a final mediante un método por goteo con un sistema de dosificación en el tanque final.

Estos filtros se diseñaron con el fin de que sean accesibles para la comunidad, por tanto, cuentan con materiales de fácil acceso, permitiendo un mantenimiento optimo por parte de los usuarios de la finca y suministrando una cantidad de agua filtrada de 440 litros de agua al día para una familia de 4 personas y 280 litros al día para labores de granja y galpón; lo cual provee la cantidad de agua suficiente para los días en que el Acueducto no realice el abastecimiento de agua.

El proceso constructivo consiste en unir los tanque en serie desde el tanque de almacenamiento existente al tanque de 200 litros que contendrá el material filtrante, cada tanque estará equipado con un flotador que regulará el caudal a cada tanque para evitar le desperdicio de agua, se toma como referencia el terreno quebrado de la finca para el desnivel de los tanques, aunque estos pueden funcionar perfectamente a nivel por la ley de vasos comunicantes, donde el agua entraría al sistema saliendo de la base de cada uno de los tanques, y llegando al siguiente tanque a medida que el nivel del agua supera la altura superior de cada uno.

La presión ejercida por la atmósfera y el peso del agua harán que tenga un buen caudal de salida del tanque existente al filtro, sin necesitar mucha ayuda de la gravedad,



al pasar el agua por el filtro esta no tendrá presión ni caudal, únicamente funcionara por acción de la gravedad y el principio de vasos comunicantes, pasando así al tanque de 1000 litros que funcionará como tanque de almacenamiento de agua potable y estará conectado directamente a la red de distribución existente de la Finca Monserrate.

Para la instalación de los filtros es necesario aplanar y alistar el terreno para colocar cada uno de los tanques; en la visita se pudo observar que el terreno es de alta consistencia y bastante rocoso, su capacidad portante estaría sobre los 70 kPa o 7 toneladas por m² según POT 2000 del municipio de Silvania; por esta razón solo sería necesario un solado de limpieza para evitar erosión del suelo expuesto en época de lluvia.

15. RECOMENDACIONES

- Al implementar cualquiera de las opciones de los filtros recomendados anteriormente, se considera necesario tener en cuenta la periodicidad del cambio de estos materiales.

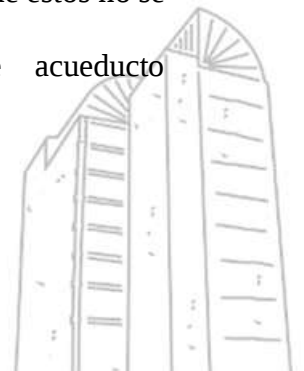
Tabla 38. Periodicidad cambio de materiales para filtros

PERIODICIDAD CAMBIO DE MATERIALES	
Carbón Activado	Cada año
Zeolita	Cada cinco años
Arena	Cada 3 años
Grava	Cada 3 años

Sin embargo, se sugiere elegir la opción 1 ya que tiene mayor filtración y se obtienen más litros de agua por hora sin sacrificar la calidad de la misma.



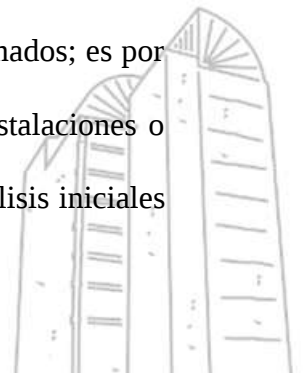
- Dado a la cantidad de sólidos suspendidos que llegan al tanque, se recomienda realizar una limpieza del mismo cada 4 meses o en el momento que se identifique que el agua no está siendo filtrada correctamente; para un mejor control, implementar un formato en donde se registre la periodicidad con la que realizan la actividad.
- Es preciso implementar una limpieza con cloro para la desinfección del tanque en donde los laboratorios realizados demuestran presencia de Escherichia coli, Coliformes Totales y bacterias que afecta a la salud de las personas y animales.
- Al implementar las limpiezas con cloro, se recomienda hacer las respectivas mediciones de cloro al agua que estará siendo tratada en el tanque, esto con el fin de mantener las condiciones operativas del filtro para que el agua sea tratada adecuadamente y apta para consumo humano.
- Se recomienda llevar a cabo de manera anual un muestreo para realizar laboratorios fisicoquímicos y microbiológicos y de esta forma conocer como trascienden los parámetros sobre la calidad del agua, teniendo en cuenta que se presentan daños frecuentes en las redes de distribución que se dirigen a los predios y que estos no se logran arreglar de manera inmediata por la empresa de acueducto EMPULSILVANIA S.A E.S.P.



- Al implementar alguno de los filtros diseñados en esta Tesis, se recomienda realizar los laboratorios fisicoquímicos y microbiológicos para llevar un control detallado de su funcionamiento a través del tiempo.

16. CONCLUSIONES

- A partir de la caracterización de la zona en el que se ubica el sistema de distribución del acueducto rural EMPULSILVANIA S.A E.S.P. se logró generar un registro referente a la identificación de los factores que más influyen en el correcto funcionamiento de los servicios que se deben brindar por parte del acueducto como entidad pública a la población. Por lo anterior, se determinó cada una de las deficiencias o fallas existentes, una de ellas la parte operativa de dicho ente, ya que no brindan un mantenimiento adecuado a las redes, causando fallas en el sistema y que el agua distribuida mediante la red de distribución se sitúa dentro de la clasificación porcentual del IRCA con un nivel de riesgo alto, es decir que no es apta para el consumo humano.
- Se evaluaron las condiciones actuales del agua utilizada por los habitantes de la Finca Monserrate en la vereda Yayatá municipio de Silvania, encontrando principalmente problemas de abastecimiento ocasionados por fuentes hídricas. Los habitantes deben almacenar el agua en un tanque, dos veces por semana, cuando el Acueducto les notifica a los residentes, no hay un día ni hora programados; es por esto que este tanque permite acumulación de residuos por malas instalaciones o condiciones precarias y falta de mantenimiento al mismo. En los análisis iniciales



del laboratorio al agua utilizada se encontraron concentraciones de Microorganismos Coliformes totales, por lo cual es importante brindar una solución que pueda estar al alcance de los habitantes de la zona.

- Realizando el muestreo, la caracterización, los laboratorios y análisis de los resultados fisicoquímicos y microbiológicos, se demuestra que el agua no cumple en totalidad con los parámetros establecidos en la Resolución 2115 del 2007 y de acuerdo a la evaluación del IRCA las muestras tomadas en el año 2022 y a pesar de las mejoras realizadas al tanque de almacenamiento, el agua no cumple con los parámetros mínimos, siendo inviable sanitariamente.
- Se concluye mediante la identificación de la red de distribución, los puntos de distribución, pruebas de laboratorio fisicoquímico y microbiológico, analizando los resultados y la investigación para exponer las propuestas de mejoramiento, que es necesario mejorar la calidad del agua, diseñando dos filtros específicos que satisfagan las necesidades de la finca Monserrate, permitiendo obtener las condiciones adecuadas para el abastecimiento de agua potable; estas alternativas son accesibles para implementar de forma casera y permiten cumplir con los parámetros de la Resolución 2115 del 2007.



17. ANEXOS

17.1. RESULTADOS DE LABORATORIO HIDROLAB – MUESTRA 4

Informe N°: 202209003169



Informe de Ensayo (SN)

Numero de Ingreso 38755-01

Cliente: ERIKA LISETH TRIANA BARÓN

Dirección: Cra 90a #8-10 Apto 328 Torre 7

Proyecto: Control Muestras de Aguas de Varios Tipos

Identificación Cliente: ERIKA LISETH TRIANA BARÓN

Lugar de Muestreo: Municipio Silvania Vereda Yayatá-Finca Monserrate

Dirección: Cra 90A #8-10

Ciudad / Región: SILVANIA, Cundinamarca

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: Cocina Grifo

Matriz: Agua potable

Término de Muestreo: 18/09/2022 15:32:00

Muestreado por: Cliente

Tipo de Muestreo: Simple.

Recepción Laboratorio: 19/09/2022 10:30:00

Resolución 2115 de 2007.

Parámetro	Unidades	L í m i t e Norma	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cloro libre residual	mg/L Cl	0,3-2,0	<0,1	18/09/2022 15:32:0	SM 4500-Cl G (2)
Cloruros	mg/L Cl	250	<3,0	21/09/2022 14:49:4	SM 4500-Cl B (2)
Nitrato	mg/L N-NO ₂	0,1	<0,010	19/09/2022 16:52:2	SM 4500-NO ₂ B (2)
pH	unidad	6,5-9,0	6,55(19,°C)	19/09/2022 14:55:3	SM 4500-H B (2)
Sulfato	mg/L SO ₄	250	<1,0	21/09/2022 13:10:0	SM 4500-SO ₄ E (2)
Coliformes Totales	UFC/100 ml	0	<1	19/09/2022 12:51:0	SM 9222 B
Recuento de Heterótrofos	UFC/mL	100	3	19/09/2022 12:51:0	SM 9215 D (2)
Calcio	mg/L Ca	60	2,0	23/09/2022 15:24:0	SM 3120 B (2)
Magnesio	mg/L Mg	36	0,5	23/09/2022 15:41:0	SM 3120 B (2)
Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	200	<20,0	19/09/2022 16:05:3	SM 2320 B (2)
Color aparente	Pt-Co	15	40(pH= 6,00)	19/09/2022 13:59:1	SM 2120 B (2)
Conductividad	us/cm	1000	27	19/09/2022 14:55:3	SM 2510 B (2)
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	300	<20,0	23/09/2022 08:03:0	SM 2340 C (2)
Turbiedad	UNT	2	2,7	19/09/2022 16:10:3	SM 2130 B (2)

Notas:

(2) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23th Edition 2017.

Fecha Emisión Informe: 29 de septiembre de 2022

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

Autopista Medellín Km 2.5, vía parcelas de Cota Km 1.3 Conjunto de Bodegas AEPI, Bodega N° 3A - Teléfono +57 (1) 5 19 03 85

38755-01 1/2



17.2. RESULTADOS DE LABORATORIO HIDROLAB – MUESTRA 5 TANQUE MODIFICADO

Informe N°: 202209003170



Informe de Ensayo (SN)

Numero de Ingreso 38755-02

Cliente: ERIKA LISETH TRIANA BARÓN

Dirección: Cra 90a #8-10 Apto 328 Torre 7

Proyecto: Control Muestras de Aguas de Varios Tipos

Identificación Cliente: ERIKA LISETH TRIANA BARÓN

Lugar de Muestreo: Municipio Silvania Vereda Yayatá Finca Monserrate

Dirección: Cra 90A#8-10

Ciudad / Región: SILVANIA, Cundinamarca

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: Tanque de Almacenamiento

Matriz: Agua potable

Término de Muestreo: 18/09/2022 15:00:00

Muestreado por: Cliente

Tipo de Muestreo: Simple.

Recepción Laboratorio: 19/09/2022 10:30:00

Resolución 2115 de 2007.

Parámetro	Unidades	L i m i t e Norma	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
pH	unidad	6,5-9,0	6,26(19,3°C)	19/09/2022 14:55:3	SM 4500-H B (2)
Coliformes Totales	UFC/100 ml	0	2,2E+3	19/09/2022 12:51:0	SM 9222 B
Escherichia coli	UFC/100 ml	0	<1	19/09/2022 12:51:0	SM 9222 D
Recuento de Heterótrofos	UFC/mL	100	30	19/09/2022 12:51:0	SM 9215 D (2)
Conductividad	us/cm	1000	25	19/09/2022 14:55:3	SM 2510 B (2)
Turbiedad	UNT	2	2,1	19/09/2022 16:10:3	SM 2130 B (2)

Notas:

(2) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23th Edition 2017.

Varcelis Vargas
Directora Operativa

Ismael García
Jefe área Microbiología

(SN)



Fecha Emisión Informe: 29 de septiembre de 2022

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

Autopista Medellín Km 2,5, vía parcelas de Cota Km 1,3 Conjunto de Bodegas AEPL Bodega N° 3A - Teléfono +57 (1) 5 19 03 85

38755-02 1 / 1



17.3. CERTIFICADO DE ACREDITACIÓN ONAC 2022 -LABORATORIO HIDROLAB

	Este Acreditación está cubierta por los Acuerdos de Reconocimiento Multilateral suscritos por ONAC con:   								
ONAC ACREDITA A: HIDROLAB COLOMBIA LTDA 800.038.601-3 Autopista Medellín Km 2,5 Vía parcelas de cota Km 1.3 Conjunto de bodegas AEPI BG 3ª Cota, Cundinamarca	<table><tr><td>Fecha publicación del Otorgamiento:</td><td>2017-08-02</td></tr><tr><td>Fecha de Renovación:</td><td>2020-08-02</td></tr><tr><td>Fecha publicación última actualización:</td><td>2022-03-09</td></tr><tr><td>Fecha de vencimiento:</td><td>2025-08-01</td></tr></table>	Fecha publicación del Otorgamiento:	2017-08-02	Fecha de Renovación:	2020-08-02	Fecha publicación última actualización:	2022-03-09	Fecha de vencimiento:	2025-08-01
Fecha publicación del Otorgamiento:	2017-08-02								
Fecha de Renovación:	2020-08-02								
Fecha publicación última actualización:	2022-03-09								
Fecha de vencimiento:	2025-08-01								
La acreditación de este Organismo de Evaluación de la Conformidad se ha realizado con respecto a los requisitos especificados en la norma internacional: ISO/IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de laboratorios de calibración y de ensayo. Esta Acreditación es aplicable al alcance establecido en el anexo de este certificado, identificado con el código: 16-LAB-048	La vigencia de este certificado puede ser verificada en onac.org.co/directorio-de-acreditados/buscarpor-organismo o escaneando el código QR   Director Ejecutivo								
Página 1 de 11 FR 3.5.3-03 V4 Aprobado 2021-09-01									



17.4. CERTIFICADO DE ACREDITACIÓN IDEAM 2021 - LABORATORIO HIDROLAB

 El ambiente es de todos Minambiente	FORMATO MODELO DE RESOLUCIÓN	Código: A-GD-F031
		Versión : 01
		Fecha: 03/11/2020
		Página: 1 de 8

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM

RESOLUCIÓN N.º 1406 de 19 DE NOVIEMBRE 2021

"Por la cual se modifica el alcance de acreditación de la sociedad **HIDROLAB COLOMBIA LTDA.**,
y se adoptan otras determinaciones"

**LA DIRECTORA GENERAL DEL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,
METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM-**

En ejercicio de sus facultades legales y en especial las conferidas por el Decreto 291 de 2.004, artículo 5, y el artículo 2.2.8.10.1.5 del Decreto 1076 de 2015, el Decreto 1708 del 4 de septiembre de 2018, la Resolución No. 0268 del 06 de marzo de 2015 del IDEAM

y

CONSIDERANDO:

Que mediante Resolución No. 1580 de 12 de julio de 2018, el IDEAM renovó y extendió el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa, física, química y biológica, a la sociedad **HIDROLAB COLOMBIA LTDA.**, identificada con NIT 800.038.601-3, con domicilio en la Autopista Medellín Km 2.5 Vía Parcelas de Cota Km 1.3 Bodegas AEPI Bodega 3 A, en el municipio de Cota, Cundinamarca, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005.

Que mediante Resolución No. 0231 del 06 de marzo de 2019, el IDEAM resolvió el recurso de reposición interpuesto contra la Resolución No 1580 de 12 de julio de 2018, por la sociedad **HIDROLAB COLOMBIA LTDA.**

Que la acreditación otorgada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM a la sociedad **HIDROLAB COLOMBIA LTDA.**, se otorgó por un término de 4 años, contados a partir de la notificación de la Resolución No. 0231 del 06 de marzo de 2019, estableciéndose como periodo de vigencia de la acreditación del 26 de marzo de 2019 al 26 de marzo de 2023.

Que mediante Resolución No. 0476 del 15 de mayo de 2019 el IDEAM, extendió el alcance de la acreditación a la sociedad **HIDROLAB COLOMBIA LTDA.**, por pruebas de evaluación de desempeño.

Que mediante Resolución No. 0412 del 01 de junio de 2020, el IDEAM extendió el alcance de la acreditación a la sociedad **HIDROLAB COLOMBIA LTDA.**

Que el artículo 3 del acto administrativo No. 0412 del 01 de junio de 2020, determinó:

*"(...) **ARTÍCULO 3º.-**No extender el alcance de la acreditación otorgada mediante la Resolución No. 1580 del 12 de julio de 2018, a la sociedad **HIDROLAB COLOMBIA LTDA.**, identificada con NIT 800.038.601-3, con domicilio en la Autopista Medellín Km 2.5 Vía Parcelas de Cota Km 1.3 Bodegas AEPI Bodega 3 A, en el municipio de Cota, Cundinamarca, para las siguientes variables, de acuerdo con lo señalado en la parte considerativa del presente acto administrativo:*

Matriz Aguas (Residuales, Superficies y Subterráneas):

22. Pesticidas Organofosforados [Dimetoato, Malation]: Extracción Líquido-Líquido por embudo de separación EPA 3510C Rev. 3 diciembre 1996, Método de Limpieza EPA 3620 Rev 4 Jul 2014. - Cromatografía de gases: EPA 8141B Revisión 2, febrero 2007. (...)"

PARÁGRAFO: La sociedad **HIDROLAB COLOMBIA LTDA.**, de continuar interesada en la extensión de las variables mencionadas en el artículo 3º, una vez obtenga los resultados satisfactorios de la prueba de evaluación de desempeño para las variables y métodos, de acuerdo con lo establecido en la Resolución No. 0268 del 11 de marzo de 2015, podrá solicitar al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, que sean incluidas

17.5. CERTIFICADO DE ACREDITACIÓN ANAB 2017 -LABORATORIO HIDROLAB



CERTIFICATE OF ACCREDITATION

The ANSI National Accreditation Board

Hereby attests that

Hidrolab Colombia Limitada
Autopista Medellin Km 2.5 Via parcelas de Cota Km 1.3
Conjuto de Bogegas AEPI BG 3A
Cota-Cundinamarca, Colombia

Fulfills the requirements of

ISO/IEC 17025:2017

In the field of

TESTING

This certificate is valid only when accompanied by a current scope of accreditation document.
The current scope of accreditation can be verified at www.anab.org.

R. Douglas Leonard Jr., VP, PILR SBU
Expiry Date: 07 May 2023
Certificate Number: AT-2978



This laboratory is accredited in accordance with the recognized International Standard ISO/IEC 17025:2017.
This accreditation demonstrates technical competence for a defined scope and the operation of a laboratory
quality management system (refer to joint ISO-ILAC-IAF Communiqué dated April 2017).



17.6. CERTIFICADO DE ACREDITACIÓN ICONTEC 2015 - LABORATORIO HIDROLAB



ICONTEC Certifica que el Sistema de Gestión de la organización:
ICONTEC certifies that the Organization's Management System of:

HIDROLAB COLOMBIA LTDA.

Autopista Medellín Kilómetro 2,5, Vía Parcelas de Cota, Km 1,3 Conjunto de Bodegas AEPI, Bodega 3 A,
Cota, Cundinamarca, Colombia

ha sido auditado y aprobado con respecto a los requisitos especificados en:
has been audited and approved based on the specified requirements of:

ISO 9001:2015

Este Certificado es aplicable al siguiente alcance:
This certificate is applicable to the following scope:

Prestación de servicios de toma de
muestras y análisis de laboratorio
físicoquímicos, microbiológicos,
instrumentales y bromatológicos.
No aplica: 8.3

Provision of sampling and physical-
chemical, microbiological, instrumental and
bromatological, analysis of laboratory

**Esta aprobación está sujeta a que el sistema de gestión se mantenga de acuerdo con los
requisitos especificados, lo cual será verificado por ICONTEC**
This approval is subject to the maintenance of the management system according to the
specified requirements, which will be verified by ICONTEC

Certificado: SC-CER497370
Certificate

Fecha de Aprobación: 2016 11 04
Fecha de Renovación: 2019 11 03
Fecha de Vencimiento: 2022 11 03

Fecha Última Modificación: 2019 10 11
Fecha de Restauración:



Roberto Enrique Montoya-Villa
Director Ejecutivo



ISO/IEC 17021-1:2015
09-CSG-001

Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado
ICONTEC carrera 37 nro. 82-95 Bogotá D.C., Colombia

ES-P-SG-01-F-012 Versión 4

18. BIBLIOGRAFÍA

1. Alcaldía Municipal, Silvania. (2012). Plan Territorial De Salud. Recuperado De: <Http://Www.Silvaniacundinamarca.Gov.Co>
2. Análisis De Aguas. (2021, February 3). Hidrolab. Recuperado De: <Https://Www.Hidrolab.Com/Servicios/Analisis-Aguas/>
3. Asociación De Usuarios Del Acueducto Rural De La Quebrada Murillo Vereda Yayata Silvania Cundinamarca. (S/F). Empresite Colombia - Buscador De Empresas Y Negocios De Colombia. Recuperado El 28 De enero De 2022, De <Https://Empresite.Eleconomistaamerica.Co/Asociacion-Usuarios-Acueducto-Rural-Quebrada-Murillo-Vereda-Yayata-Silvania-Cundinamarca.Html>
4. Concejo Municipal De Silvania. (2020). Acuerdo 006 De 2020 - Plan De Desarrollo Municipal 2020-2023.
5. Díaz, S. M. R. (2021). Informe De Gestión Anual 2021. Empresa De Acueducto, Alcantarillado Y Aseo Empusilvania S.A. E.S.P. Recuperado De: <Http://File:///C:/Users/Erika/Downloads/Informe-De-Gestion-Anual-2021.Pdf>
6. Empresa De Acueducto, Alcantarillado Y Aseo- Empusilvania S.A. E.S.P. (2021, Julio). Informes De Gestión. Empusilvania Sa Esp. <Https://Www.Empusilvania.Gov.Co/Informes-De-Gestion/>
7. Fuquen, K. J. Q. (2022). Tesis -Evaluación De La Disponibilidad Hídrica Y Calidad Del Agua Superficial Del Acueducto Veredal “Los Tanques” [Universidad Piloto De Colombia]. <Http://Repository.Unipiloto.Edu.Co/Bitstream/Handle/20.500.12277/10311/Trabajo%20de%20grado.Pdf?Sequence=1>
8. Gov.Co. (2022). Silvania Nivel De Riesgo Rural. Ambiente Y Desarrollo Sostenible, De <Https://Www.Datos.Gov.Co/Ambiente-Y-Desarrollo-Sostenible/Silvania-Nivel-De-Riesgo-Rural/Veax-Dnrrp>
9. Gov.Co. (S/F). Ecología. Alcaldía De Silvania. Recuperado El 27 De Enero De 2022, De <Https://Www.Silvania-Cundinamarca.Gov.Co/Mimunicipio/Paginas/Ecologia.Aspx>



10. Hernández Sampieri, R, Fernández, C & Baptista, P. (Quinta Edición; 2010). Metodología De La Investigación. Mexico D.F: Mcgraw-Hill.
11. Ideam, Lineamientos Conceptuales Y Metodológicos Para La Evaluación Regional Del Agua. 2013. Bogotá D.C. P. 179.
12. Lara, H. (N.D.). Irca. Gov.Co. Retrieved October 16, 2022, From [Https://Saludata.Saludcapital.Gov.Co/Osb/?S=Irca](https://Saludata.Saludcapital.Gov.Co/Osb/?S=Irca)
13. Ministerio, S. Y. P. (2019, March). Informe Nacional De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano – Inca 2017. Gov.Co. [Https://Www.Silvania-Cundinamarca.Gov.Co/Paginas/Default.Asp](https://Www.Silvania-Cundinamarca.Gov.Co/Paginas/Default.Asp)
14. Ministerio de vivienda, C. y. T. (2017, June 8). *Resolución 0330 de 2017*. Ministerio de Vivienda. <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/0330-2017.pdf>
15. Ministerio De Salud Y Protección Social. (Ciembre 2016). Informe Nacional De Calidad Del Agua Para Consumo Humano Inca 2015. Gov.Co. [Https://Www.Minsalud.Gov.Co/Sites/Rid/Lists/Bibliotecadigital/Ride/Vs/Pp/Sa/Inca-2015_Reducido.Pdf](https://Www.Minsalud.Gov.Co/Sites/Rid/Lists/Bibliotecadigital/Ride/Vs/Pp/Sa/Inca-2015_Reducido.Pdf)
16. Organización Mundial De La Salud. Guías Para La Calidad Del Agua Potable Vol. 3. Washington: 525 Twenty – Third Street Ny, 1988; P. V.
17. Pérez, D. (2019, July 10). Cómo Funciona El Carbón Activado. Sistemas De Purificación De Agua Humma; Humma. [Https://Humma.Com.Ar/Como-Funciona-El-Carbon-Activado/](https://Humma.Com.Ar/Como-Funciona-El-Carbon-Activado/)
18. Santos, J. A. G.; Álvarez, N. B. P.; Zambrano, A. P. (2019). Agua Potable En Cundinamarca. Contraloría De Cundinamarca. [Https://Www.Car.Gov.Co/Uploads/Files/5e29f8f13c3ee.Pdf](https://Www.Car.Gov.Co/Uploads/Files/5e29f8f13c3ee.Pdf)
19. Secretaria Local De Salud. Plan Territorial De Salud [En Línea]. Bogotá: Alcaldía Municipal De Silvania [Citado 17 septiembre, 2022]. Disponible En Internet: < [Http://Cdim.Esap.Edu.Co/Bancomedios/Documentos%20pdf/Silvaniacundinamarcapt S20122015.Pdf](http://Cdim.Esap.Edu.Co/Bancomedios/Documentos%20pdf/Silvaniacundinamarcapt S20122015.Pdf)>



20. Silvania: Mi Municipio, Mi Cultura 1. (S/F). Docplayer.Es. Recuperado El 26 De enero De 2022, De [Https://Docplayer.Es/25772290-Silvania-Mi-Municipio-Mi-Cultura-1.Html](https://Docplayer.Es/25772290-Silvania-Mi-Municipio-Mi-Cultura-1.Html)
21. Suárez, R. (2019, March 21). Agua Que No Has De Beber. El Tiempo. [Https://Www.Eltiempo.Com/Salud/Como-Es-La-Calidad-Del-Agua-En-Colombia-340578](https://Www.Eltiempo.Com/Salud/Como-Es-La-Calidad-Del-Agua-En-Colombia-340578)
22. *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS*. (n.d.). Gov.co. Retrieved October 19, 2022, from <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras>
23. *Resolución 2115 de 2007*. (2007, June 22). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resoluci%C3%B3n_2115_de_2007.pdf
24. Romero Rojas, Jairo Alberto. *Calidad Del Agua*. 1 Ed. Bogotá: Escuela Colombiana De Ingeniería, 2002. P, 67.
25. Vélez, L. F. C., & Quevedo, K. D. B. (2020). Tesis - Estudio De Las Condiciones Actuales Y Propuesta De Mejoramiento Del Acueducto Veredal Quebrada De Oros En El Municipio De Arbeláez, Cundinamarca [Universidad Piloto De Colombia]. [Http://Repository.Unipiloto.Edu.Co/Bitstream/Handle/20.500.12277/7598/Tesis%20acueducto%20quebrada%20de%20oros.Pdf?Sequence=1&Isallowed=N](http://Repository.Unipiloto.Edu.Co/Bitstream/Handle/20.500.12277/7598/Tesis%20acueducto%20quebrada%20de%20oros.Pdf?Sequence=1&Isallowed=N)
26. Zeolita Natural Para Filtración De Agua Next Sand. (N.D.). Carbotecnia. Retrieved October 18, 2022, From [Https://Www.Carbotecnia.Info/Producto/Medio-Zeolita-Natural-Filtrante/](https://Www.Carbotecnia.Info/Producto/Medio-Zeolita-Natural-Filtrante/)

