

ELABORACIÓN DEL MAPA DE RIESGOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA QUEBRADA LA HOYA EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ CUNDINAMARCA

Diego Fernando Taborda Zúñiga
Wilmer Yair Venegas Zambrano

Trabajo de grado para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Director:

Johan Alexander Álvarez Berrio
Ingeniero Ambiental y Sanitario

Codirectora:

Inger Xiomara Ordóñez Mateus
Ingeniera Ambiental y Sanitaria
Especialista en gerencia ambiental y prevención de desastres

Universidad Santo Tomás
Facultad de Ingeniería Ambiental
Bogotá D.C.

2016

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Bogotá D.C. Febrero de 2016

Dedicatoria:

*Agradezco a Dios quien me guía por el buen camino y
siempre me acompaña.*

*A mis Padres por apoyarme en cada una de mis
decisiones y estar junto a mí en todos los momentos
importantes de mi vida, ya que sin ellos no sería posible
lograr tantas satisfacciones.*

WILMER YAIR VENEGAS ZAMBRANO

*Dedico este proyecto a Dios y a mis padres por darme la
oportunidad de vivir y por haber puesto en mi camino a
aquellas personas que han sido mi soporte y compañía.*

DIEGO FERNANDO TABORDA ZUÑIGA

RESUMEN

Un mapa de riesgos de calidad de agua es un instrumento de inspección, vigilancia y control a los riesgos asociados de las condiciones en la calidad del agua de las fuentes que abastecen los sistemas de suministro de agua para el consumo humano, siendo así la elaboración de un mapa de riesgo deberá tener en cuenta la identificación de factores de riesgo y el análisis de las características físicas, químicas y microbiológicas que puedan afectar directa o indirectamente la salud humana. Este proyecto se encuentra enfocado en la búsqueda de una metodología integral para la identificación y evaluación de los posibles factores de riesgo a la calidad de agua de la Quebrada La Hoya, fuente de abastecimiento del acueducto de la Vereda San Jorge del municipio de Zipaquirá. En la actualidad en la zona de estudio se realizan actividades ganaderas y agrícolas que pueden ser un factor de riesgo a la calidad del agua a la fuente de abastecimiento, es por ello que la implementación de un sistema de protección y control de la calidad del agua en la quebrada La Hoya es indispensable y muy necesario.

Como producto concreto de la investigación se elaboró un documento con el análisis de los riesgos potenciales a la calidad del agua, donde se explica la metodología de identificación y evaluación de los riesgos. Desde el primer capítulo el lector encontrara la descripción de los conceptos generales, en el segundo la descripción de la metodología propuesta, seguido de los capítulos de análisis de resultados y conclusiones respectivamente.

Palabras clave: Calidad de agua, fuente de abastecimiento, agroquímicos, gestión del riesgo, IRCA.

Abstract

Risk map Water Quality is an instrument of Inspection, Monitoring and Control Risks Associated conditions Water Quality of the sources that supply the systems supply water for human consumption, making it the development of UN map of risk should take into account the identification of risk factors and the analysis of the physical, chemical and microbiological characteristics that may directly or indirectly affect human health. This project is focused on the search for a comprehensive methodology for the identification and evaluation of potential risk factors for Water Quality Quebrada La Hoya, source of supply of the aqueduct of the village of San Jorge of Zipaquirá. Today in the study area Livestock and agricultural activities can be factor UN Risk Quality water supply source are made, is: why the implementation of the United Nations System Protection and Control Water Quality in the gorge La Hoya is essential and very necessary.

As a concrete product research A document was developed with the analysis of the potential risks to water quality, which explains the methodology for identifying and Risk Assessment. Since the primer chapter the reader will find the description of the general concepts, in El Segundo The description of the proposed methodology, followed by Chapters Analysis of results and conclusions respectively.

Keywords: Water quality, source of supply, agrichemicals, risk management, IRCA.

CONTENIDO

RESUMEN.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE MAPAS	X
LISTA DE GRÁFICAS	XI
LISTA DE TABLAS	XII
LISTA DE ECUACIONES	XIV
LISTA DE ANEXOS.....	XV
LISTA DE ABREVIATURAS	XVI
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos.....	3
1. MARCO DE REFERENCIA.....	4
1.1. Marco contextual	4
1.1.1. Ubicación.....	4
1.1.2. Características Biofísicas	7
1.1.3. Características Socioeconómicas.....	11
1.2. Marco teórico.....	13
1.2.1. Mapa de riesgos.....	13
1.2.2. Calidad de agua	13
1.2.3. Gestión del riesgo en los sistemas de abastecimiento.....	16
1.2.4. Vigilancia ambiental.....	17
1.2.5. Vigilancia sanitaria.....	19
1.3. Marco legal	20
2. METODOLOGÍA.....	23

2.1.	Revisión y análisis de información.....	23
2.1.1.	Cartografía	23
2.1.2.	Comportamiento de las características físicas, químicas y microbiológicas en el sistema de abastecimiento.....	24
2.1.3.	Visita de inspección ocular	24
2.2.	Caracterización de las actividades económicas.....	25
2.3.	Identificación de peligros y evaluación de riesgos en la fuente de abastecimiento	27
2.3.1.	Determinación de los peligros y eventos peligrosos	27
2.3.2.	Evaluación de los riesgos a la calidad del agua.....	28
2.4.	Lista previa de las características físicas químicas y microbiológicas de la calidad del agua en la fuente abastecedora.	31
2.5.	Selección de puntos de muestreo.....	32
2.6.	Toma de muestras de agua cruda	33
2.7.	Evaluación del IRCA de las muestras realizadas	34
2.8.	Lista final de las características físicas, químicas y microbiológicas en la fuente abastecedora.	35
3.	RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS.	37
3.1.	Identificación de la zona de estudio	37
3.2.	Análisis de las características físicas químicas y microbiológicas.....	40
3.2.1.	Turbiedad y Color aparente	43
3.2.2.	Coliformes y Escherichia Coli	44
3.2.3.	IRCA del reporte histórico en la bocatoma EAAAZ	45
3.3.	Identificación y evaluación de las actividades económicas.	48
3.3.1.	Fichas prediales.	49
3.3.2.	Censo predial	53
3.4.	Lista previa de posibles características que afectan la fuente abastecedora.	57

3.5.	Evaluación del riesgo.....	60
3.5.1.	Determinación de peligros y eventos peligrosos.....	60
3.5.2.	Clasificación de la probabilidad y gravedad de las consecuencias.	62
3.5.3.	Clasificación del riesgo de los predios	64
3.6.	Lista final de las características físicas, químicas y microbiológicas	66
3.7.	Evaluación del IRCA de las muestras realizadas.....	70
3.8.	Mapa de riesgos a la calidad del agua en la quebrada La Hoya	76
4.	CONCLUSIONES.....	77
5.	RECOMENDACIONES.....	78
6.	ANEXOS	79
	BIBLIOGRAFÍA.....	118

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Localización municipio de Zipaquirá.	4
Figura 1-2: Localización PTAP AUSAVESJAB.	6
Figura 2-1: Fotografía de la visita de reconocimiento de la zona de estudio.	25
Figura 2-2: Formato lista previa de posibles características que afectan la fuente abastecedora.	31
Figura 2-3: Formato mapa de riesgo de calidad de agua para consumo humano	36
Figura 3-1: Actividades ganaderas y agrícolas	38

LISTA DE MAPAS

Mapa 1-1: Localización de la Quebrada La Hoya.....	5
Mapa 2-1: Puntos de muestreo y área de estudio.....	33
Mapa 3-1: Bocatomas de la quebrada la Hoya.	37
Mapa 3-2: Uso del suelo actual.....	39
Mapa 3-3: Uso Potencial del Suelo Rural	40
Mapa 3-4: localización de los predios en estudio.	51
Mapa 3-5: Distribución geográfica de las actividades económicas	54
Mapa 3-6: Mapa de nivel del riesgo a la calidad del agua.....	66
Mapa 3-7: factores de riesgo a la calidad del agua de la quebrada La Hoya.	69
Mapa 3-8: IRCA de la Bocatoma AUSAVESJAB	75
Mapa 3-9: Mapa de riesgo a la calidad del agua de la quebrada La Hoya	76

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1-1: Precipitación mensual multianual 1984 - 2014.	8
Gráfica 1-2: Evaporación mensual multianual 1984 - 2014.	8
Gráfica 1-3: Temperatura mensual multianual 1984 – 2014.....	9
Gráfica 1-4: Caudales medios mensuales 2000 – 2013.....	10
Gráfica 1-5: Áreas cultivadas de papa y zanahoria en veredas de Zipaquirá 2013.	12
Gráfica 3-1: Turbiedad y color aparente promedio mensual multianual EAAAZ 2008- 2014	44
Gráfica 3-2 E. Coli y coliformes promedio mensual multianual EAAAZ 2008-2014	45
Gráfica 3-4: Distribución porcentual de las actividades económicas en el área de estudio	55

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1: Fauna en la zona de estudio.....	10
Tabla 1-2: Demografía de Zipaquirá	11
Tabla 1-3: Valores máximos aceptables y puntaje IRCA.....	15
Tabla 1-4: Estrategias operacionales desarrolladas por los sistemas nacionales de vigilancia de calidad del agua para consumo humano.	18
Tabla 1-5: Marco Legal	20
Tabla 2-1: Modelo de las Fichas Prediales	26
Tabla 2-2: Peligros que pueden afectar la fuente de abastecimiento.	28
Tabla 2-3: Puntajes de probabilidad y gravedad de los peligros.	29
Tabla 2-4: Matriz para la evaluación de riesgos.....	30
Tabla 2-5: Clasificación del riesgo.	30
Tabla 2-6: Puntos seleccionados para muestras de agua cruda.....	33
Tabla 2-7: Porcentaje de riesgo según el IRCA	35
Tabla 3-1: Promedio mensual multianual periodo 2008 – 2014.....	41
Tabla 3-2: Medidas de tendencia central y dispersión del periodo 2008-2014	41
Tabla 3-3: Prueba de normalidad.....	43
Tabla 3-4: Puntajes de IRCA por muestras bocatoma EAAAZ 2008-2014.....	46
Tabla 3-5: porcentaje de IRCA en muestras de bocatoma EAAAZ 2008-2014.	46
Tabla 3-6: Promedio mensual multianual IRCA bocatoma E.A.A.A.Z. Periodo 2008-2014.....	47
Tabla 3-7: Información Predial	49
Tabla 3-8: Ficha Predial 1.....	52
Tabla 3-9: Actividades económicas realizadas en los predios.....	53
Tabla 3-10: Porcentaje actividades económicas en el total de los predios.	55
Tabla 3-11: Sustancias que pueden generar riesgos en la calidad del agua.....	56
Tabla 3-12: Lista previa de las posibles características que afectan la fuente abastecedora.....	58
Tabla 3-13: Peligros asociados a lo largo de la fuente.....	60
Tabla 3-14: Calculo del riesgo del predio No 1	62
Tabla 3-15: Clasificación del riesgo de los predios.	65
Tabla 3-16: Mapa de riesgo bocatoma Acueducto Vereda San Jorge Alto.....	67

Tabla 3-17: Mapa de riesgo bocatoma Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá	68
Tabla 3-18: Sumatoria del puntaje de riesgo de las muestras.....	70
Tabla 3-19: IRCA calculado en las bocatomas San Jorge y Zipaquirá en agosto de 2015	72
Tabla 3-20: Resultado IRCA agua tratada para agosto 2013 y febrero 2015	73

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 2-1: Puntuación de riesgo	30
Ecuación 2-2: Porcentaje del IRCA por muestras	35
Ecuación 2-4: Porcentaje del IRCA en el mes	35

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Histórico de datos 2008 - 2014 EAAAZ	79
Anexo B: Fichas prediales	83
Anexo C: tablas de evaluación de riesgo	94
Anexo D: Reportes de muestras elaboradas por los autores	112
Anexo E: Reportes de muestras elaboradas por el AUSAVESJAB	114
Anexo F: Fotos	116

LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA	TÉRMINO
EAAAZ	Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá.
AUSAVESJAB	Acueducto vereda San Jorge Alto.
CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
INS	Instituto Nacional de Salud
IRCA	Índice de riesgo de calidad de agua.
LPS	Litros por segundo
msnm	Metros sobre el nivel de mar.
OMS	Organización Mundial de la Salud

PICCAP	Programa Interlaboratorios de Control de Calidad de agua Potables.
POMCA	Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca.
POT	Plan de ordenamiento territorial.
PTAP	Planta de tratamiento de agua potable.
SIVICAP	Subsistema de Información de la Vigilancia de Calidad del Agua Potable.
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.
SUCUNETA	Laboratorio del Acueducto Regional de Tausa y Otros Municipios
URPA	Oficina de Planeación Sectorial.
VCACH	Vigilancia de la Calidad del Agua Para Consumo Humano.

INTRODUCCIÓN

La problemática de la calidad del agua para consumo humano en Colombia se ve reflejada en la falta de ordenación e inspección a las fuentes de abastecimiento, como ocurre en la quebrada La Hoya, considerada uno de los más importantes afluentes que surten el acueducto del municipio de Zipaquirá. La vigilancia del recurso hídrico es un componente indispensable para la salud, el medio ambiente y la calidad de vida de la población, por lo tanto, las acciones de vigilancia que se realicen periódicamente tienen gran impacto en la reducción de enfermedades, existiendo una relación directa entre la situación actual del servicio público y las condiciones de salud.

La quebrada La Hoya es un sistema ecológico estratégico que hace parte de una estrella fluvial importante como lo es la cuenca alta del Río Bogotá, este cuerpo de agua sirve como fuente superficial de abastecimiento para el Acueducto de la Vereda San Jorge Alto (AUSAVESJAB) del municipio de Zipaquirá, debido a esto, es necesario aplicar normas y parámetros ambientales encaminados a la protección de estos ecosistemas y a la conservación del agua, con el fin de mantener una buena oferta en términos de cantidad y calidad para la población.

Con el fin de mejorar la calidad de vida en la población de la vereda, se requiere implementar métodos que puedan monitorear, prevenir y controlar los riesgos que causa el consumo de agua, razón por la cual el Ministerio de Salud y Protección Social establece sistemas para la protección y control de la calidad del agua con el Decreto 1575 de 2007, que obliga a todas las personas prestadoras del servicio de agua potable a implementar sistemas que vigilen la calidad de agua que se le está brindando a la ciudadanía.

Actualmente AUSAVESJAB no cuenta con un documento que describa el estado actual en términos de calidad de la quebrada La Hoya, de igual manera no se ha implementado ningún sistema de protección y control de la calidad de agua para consumo humano, es por ello que el presente documento desarrolla el análisis evaluativo del recurso con la elaboración del mapa de riesgos de calidad de agua, cumpliendo con lo estipulado en la Resolución 4716 del 2010 de los Ministerios de Salud y protección Social; Ambiente y Desarrollo Sostenible, la cual establece la obligatoriedad de aplicación por parte de la autoridad sanitaria municipal y las persona prestadora del servicio.

El mapa de riesgo de la calidad del agua de la quebrada La Hoya es un instrumento de inspección, vigilancia y control del riesgo asociado al estado actual de la fuente de abastecimiento; el presente proyecto busca hacer una evaluación más detallada de las condiciones sanitarias y ambientales del estado actual de la quebrada.

El análisis evaluativo de la calidad del agua y la elaboración del mapa de riesgos de la fuente de abastecimiento se desarrolló con la caracterización de las actividades económicas desarrolladas en la zona de estudio. Se evaluaron las actividades de un total de once predios que hacen parte de la ronda hidráulica de la quebrada, a través de fichas prediales que evaluaban el uso actual del suelo en concordancia con lo establecido en el plan de ordenamiento territorial del municipio en la región estudiada.

A partir de la información consultada, las visitas de inspección ocular y la elaboración del censo predial de los terrenos, se procedió a realizar un análisis y a elaborar una lista previa de las posibles características físicas, químicas y microbiológicas que pudiesen estar afectando la calidad del agua. A partir de este listado previo se requirió hacer un análisis de laboratorio de las sustancias que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana definidas en la Resolución 2115 del 2007. Con los reportes de los análisis de laboratorio se evaluaron los índices de riesgo de calidad de agua (IRCA) y finalmente se realizó una evaluación de los factores de riesgo con la metodología de gestión del riesgo de la Organización Mundial de la Salud la Guía del manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua.

OBJETIVOS

Objetivo General

Formular una propuesta metodológica para la elaboración del mapa de riesgos de la calidad del agua para consumo humano de la Quebrada La Hoya, fuente que abastece de agua el acueducto de la vereda San Jorge del municipio de Zipaquirá.

Objetivos Específicos

- Identificar los factores de riesgo que están presentes en la fuente de abastecimiento de la vereda San Jorge del municipio de Zipaquirá, que puedan afectar la calidad del agua para consumo humano.
- Caracterizar las actividades económicas que puedan ser un factor de riesgo a la calidad del agua de la fuente de abastecimiento.
- Evaluar los índices de riesgo de calidad de agua para consumo humano IRCA en la fuente de abastecimiento.
- Brindar herramientas técnicas con apoyo de la autoridad sanitaria para poder emitir un concepto sanitario a la fuente abastecedora.
- Establecer acciones mitigación y corrección a las actividades que son un factor de riesgo a la calidad del agua de la fuente de abastecimiento.

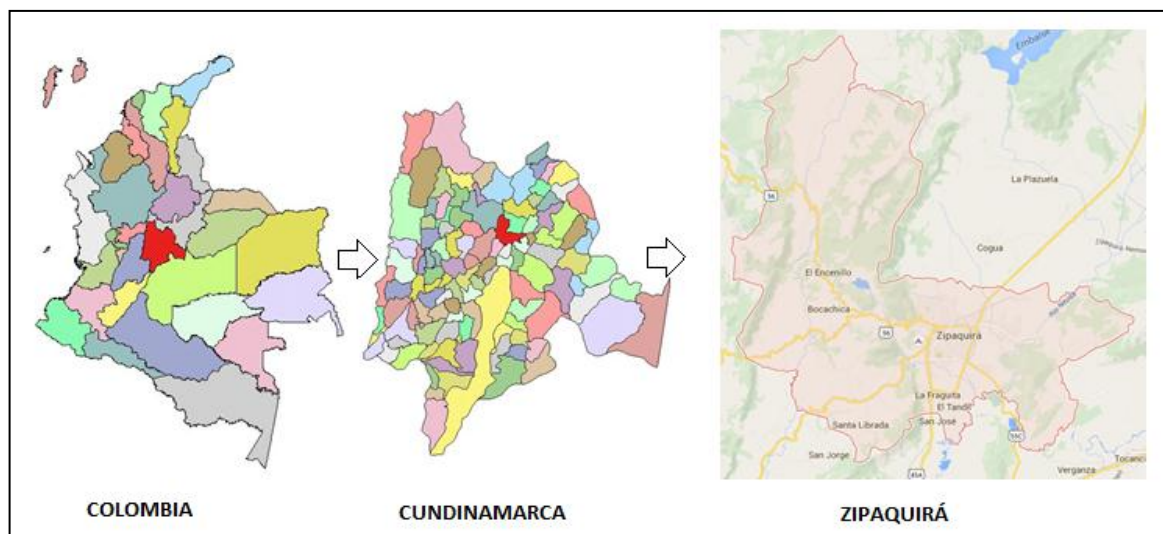
1. MARCO DE REFERENCIA.

1.1. Marco contextual

1.1.1. Ubicación

El área de estudio se encuentra localizada en la región central de Colombia en el municipio de Zipaquirá, el cual está ubicado en el Departamento de Cundinamarca como se muestra en la Figura 1-1. El municipio posee una extensión aproximada de 197 kilómetros cuadrados y limita al Norte con los municipios de Tausa y Cogua; al Oriente con Nemocón, Gachancipá y Sopó; al Sur con Cajicá y Tabio; al Occidente con Subachoque y Pacho. Se encuentra a una altitud de 2650msnm y una temperatura media de 14° centígrados [1].

Figura 1-1: Localización municipio de Zipaquirá.



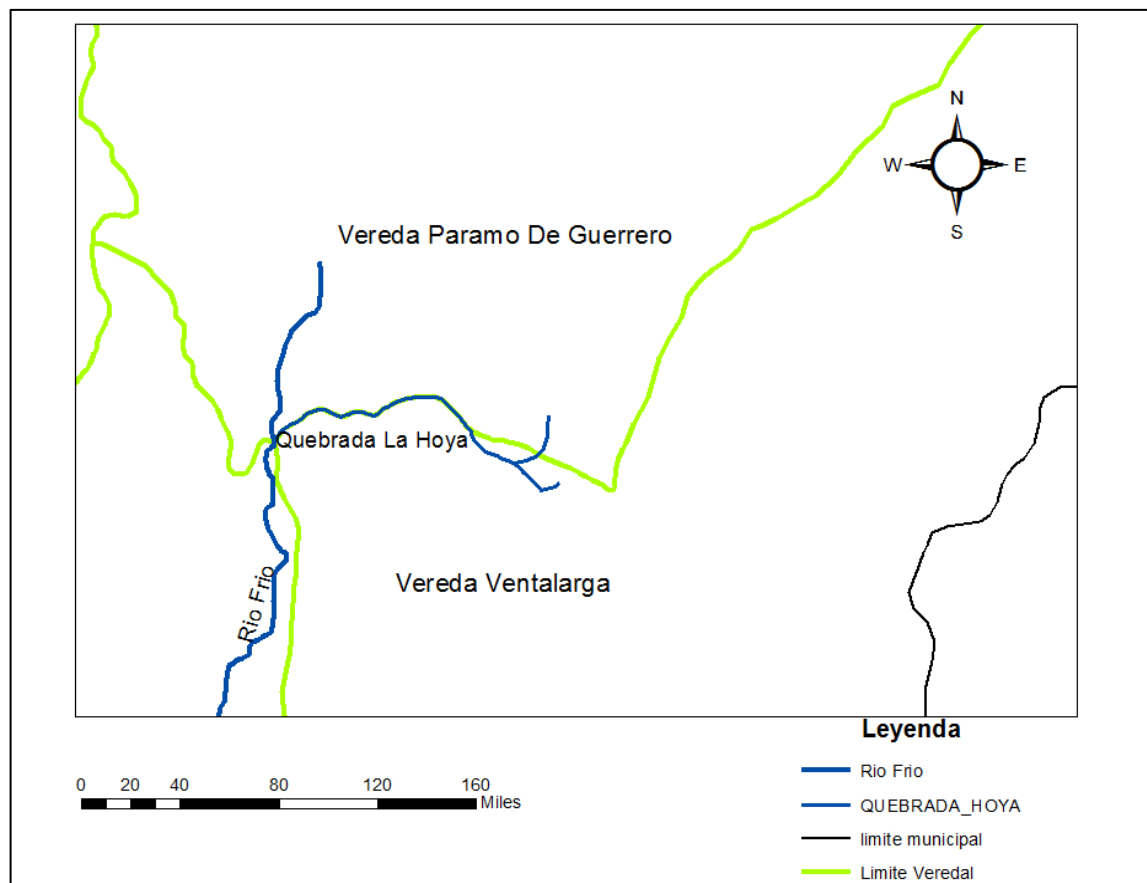
Fuente: Tomado de Google Maps y adaptado por los autores.

La quebrada La Hoya fuente abastecedora del acueducto AUSAVESJAB, nace al noreste de la sub-cuenca Rio Frio y se ubica en las estribaciones del Páramo de Guerrero en la divisoria con la sub-cuenca del Río Neusa a una altitud de 3327msnm, es uno de los principales afluentes de la sub-cuenca Rio Frio y perteneciendo a la cuenca alta del Rio Bogotá. Esta fuente de abastecimiento se localiza en el sector rural del municipio de Zipaquirá en las veredas Páramo de Guerrero y Ventalarga, exactamente en el Kilómetro

15 vía Zipaquirá–Pacho en el sitio conocido como puente lata con coordenadas geográficas latitud $5^{\circ} 4'49.10''N$ y longitud $74^{\circ} 3'21.14''O$ como se muestra en el Mapa 1-1.

El tramo en el cual se realizó el mapa de riesgo de calidad del agua para consumo humano de la quebrada La Hoya, se localiza en la parte más alta de la sub cuenca Rio frio, desde el nacimiento de la quebrada en las coordenadas geográficas latitud $5^{\circ} 4' 57,8''N$ y longitud $74^{\circ} 2' 35,4''O$ hasta su desembocadura en el sitio conocido como Puente Lata con coordenadas geográficas latitud $5^{\circ} 4'49.10''N$ y longitud $74^{\circ} 3'21.14''O$. Este cuerpo hídrico también hace parte de los sub-sistemas de captación de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá, E.S.P. (E.A.A.A.Z – E.S.P), la cual tiene una cobertura del 100% de la población urbana; y alrededor del 5% en cuanto al sector rural se refiere [2].

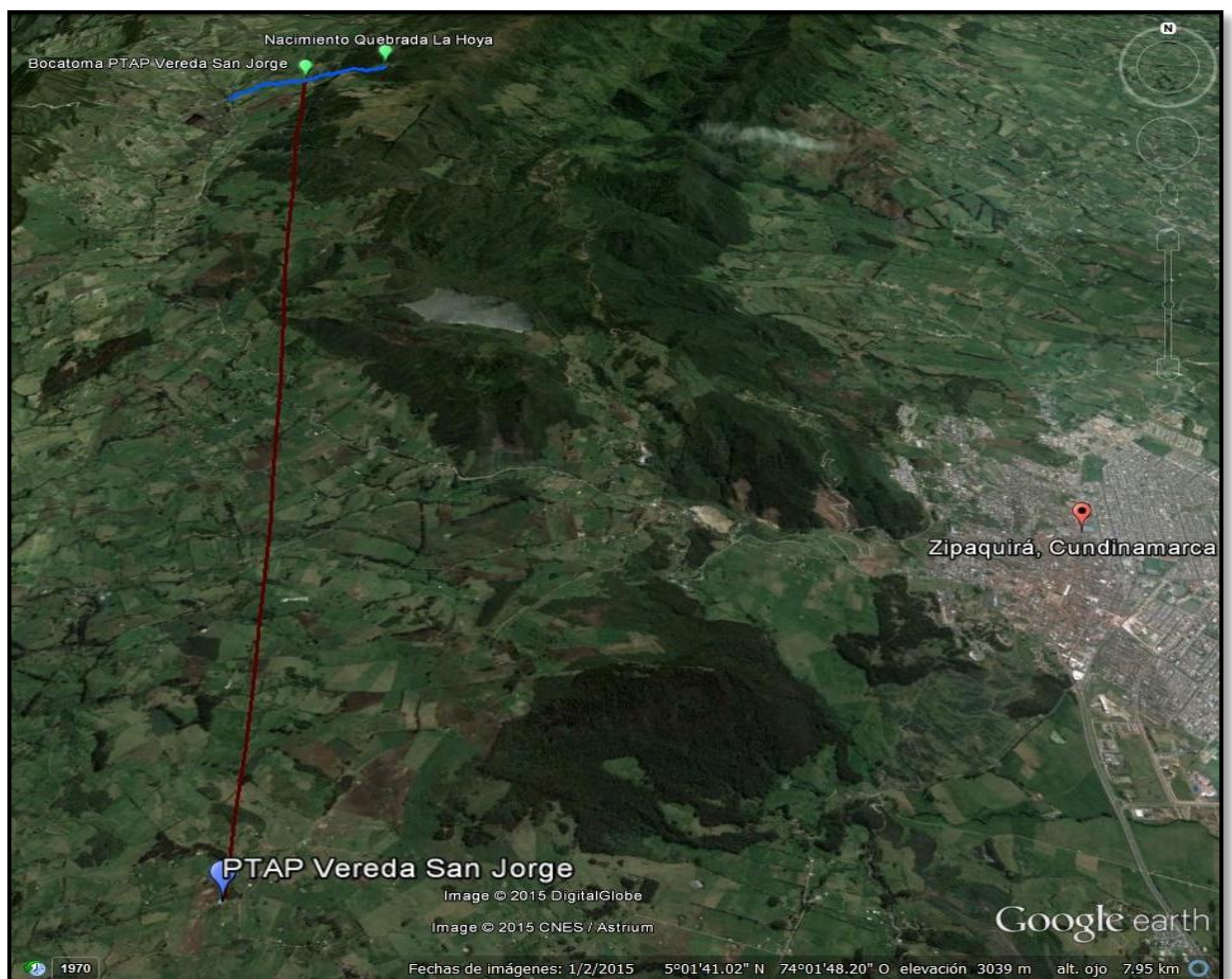
Mapa 1-1: Localización de la Quebrada La Hoya



Fuente: Tomado del IGAC y adaptado por los autores

La planta de tratamiento de agua potable del acueducto AUSAVESJAB, está localizada en la vereda San Jorge alcostado sur de la cabecera municipal con coordenadas geográficas latitud $5^{\circ}0'13,6''\text{N}$ y longitud $74^{\circ}02'30,9''\text{O}$ y se encuentra a 8 Km de las veredas Páramo de Guerrero y Ventalarga donde se encuentra la quebrada La Hoya (Figura 1-2), la vereda San Jorge limita con las veredas de Portachuelo y Barrio Blanco, además de los municipios de Tabio y Cajica. El acueducto de la vereda tiene una cobertura del 93% del área total [3].

Figura 1-2: Localización PTAP AUSAVESJAB.



Fuente: Tomado de Google Earth y adaptado por los autores.

1.1.2. Características Biofísicas

La sub-cuenca de Rio Frio tiene una extensión de aproximadamente 202 km² y está distribuida en 9 municipios, siendo Zipaquirá el que mayor área ocupa con 9737,86 hectáreas de territorio rural. El Rio Frio nace en la zona montañosa al noreste de Zipaquirá en el sector conocido como Cerro Carrasposo a 3700msnm. La zona de estudio presenta información hidrométrica indirecta de las estaciones más cercanas en la subcuenca Rio Frio, ya que en la quebrada La Hoya no existe una estación hidrológica que determine directamente el régimen de los caudales medios [4].

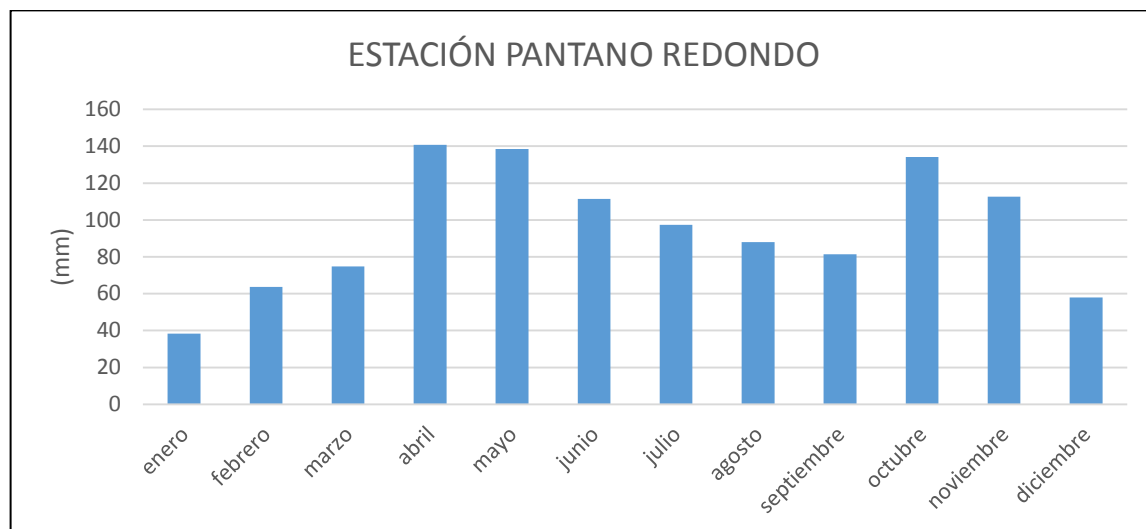
La quebrada La Hoya tiene un recorrido aproximadamente de 2Km y es uno de los principales afluentes de la sub cuenca Rio Frio es de tipo alargado y su curso principal transcurre de norte a sur por un valle angosto y tiene una longitud de aproximadamente 58.9Km. En la parte intermedia y baja de su cuenca, ha sido objeto en las últimas décadas, de explotación agrícola intensiva, que prácticamente ha agotado su caudal [1].

Las condiciones climáticas de la zona de estudio son analizadas de acuerdo a los registros históricos de la distribución temporal de las principales variables hidro-climáticas como precipitación, evaporación, temperatura, y caudales medios de la sub-cuenca Rio Frio en las estaciones más cercanas como lo son: Guanatá, Santa Isabel, Pantano Redondo, Cosecha La y Escuela Colombiana de Ingeniería [4].

- **Precipitación.**

La distribución temporal a lo largo del año es de tipo bimodal y se genera por el paso de la Zona de Confluencia Intertropical, tanto en el primer semestre del año, como en el segundo. El período húmedo en el primer semestre se presenta entre los meses de marzo, abril y mayo, siendo mayo el más húmedo, con un valor cercano a los 80mm como se muestra en la Gráfica 1-1 [4].

Gráfica 1-1: Precipitación mensual multianual 1984 - 2014.

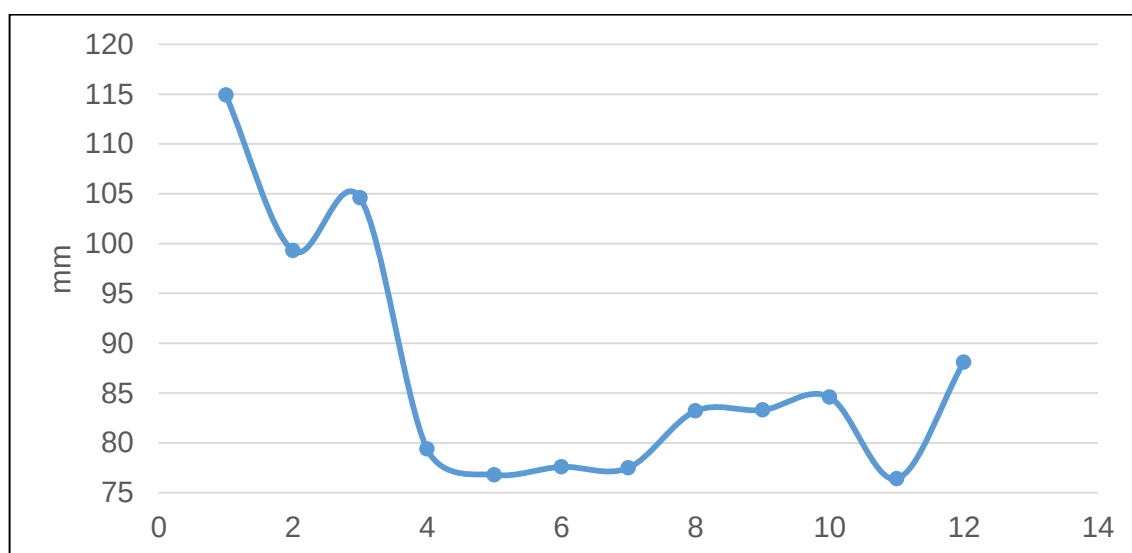


Fuente: [4].

- **Evaporación.**

La distribución temporal de la evaporación es de tipo uniforme a lo largo del año, presentando los registros más altos en los meses de enero, febrero y marzo, siendo enero el que presenta el mayor registro, con un valor de 115mm como se observa en la Gráfica 1-2, el resto del año, los valores fluctúan alrededor de los 80mm [4].

Gráfica 1-2: Evaporación mensual multianual 1984 - 2014.

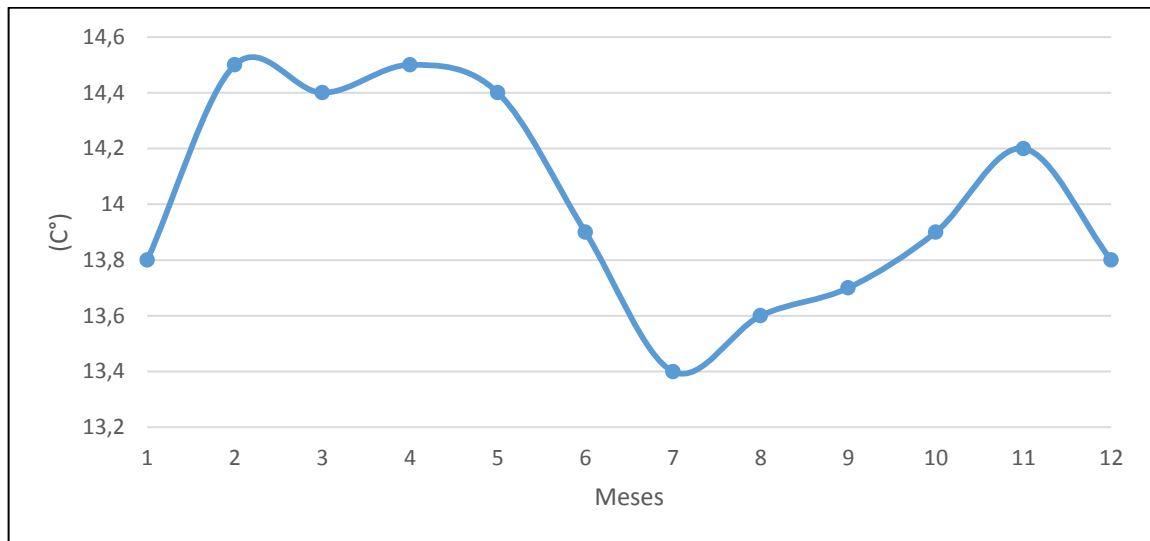


Fuente: [4].

- **Temperatura.**

La zona presenta un valor medio de 14°C, identificando que se existe un régimen bimodal de la temperatura a lo largo del año, observándose los valores más bajos a mediados del año en los meses de junio julio y agosto, siendo julio el que presenta el menor registro, con un valor de 13 °C como se muestra en la Gráfica 1-3 [4].

Gráfica 1-3: Temperatura mensual multianual 1984 – 2014.

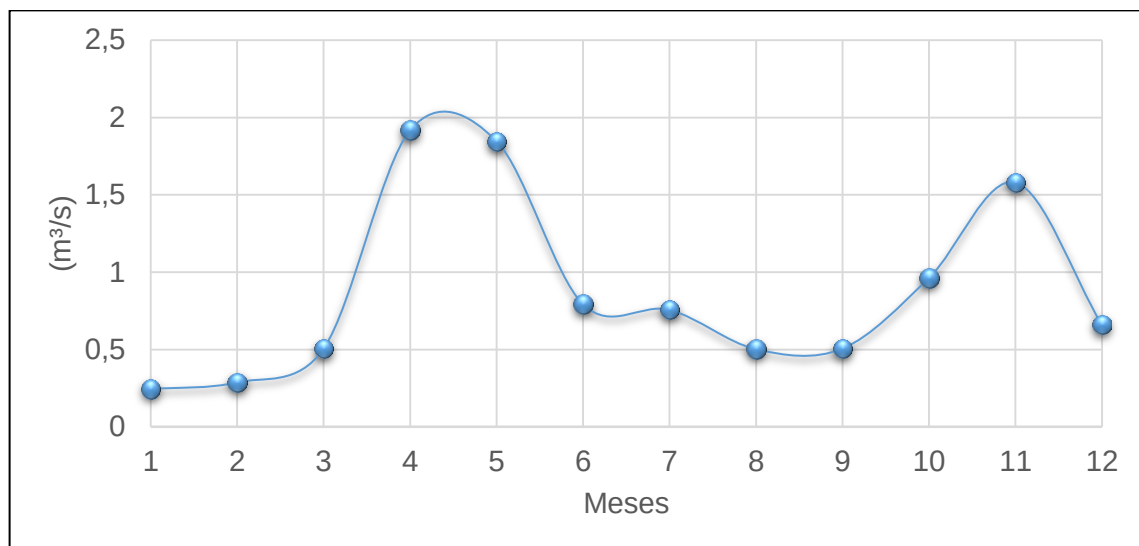


Fuente: [4].

- **Caudales**

La distribución temporal de los caudales es igual que el comportamiento de la precipitación de tipo bimodal, presentando los valores máximos en los meses de abril, mayo y junio, en el primer semestre del año, siendo mayo el mes con el mayor registro, con un valor de 1.4 m³/s y octubre y noviembre en el segundo, con un registro de 1.7 m³/s. El período de estiaje o los caudales mínimos en temporada seca se observan a principios del año en los meses de enero a marzo, con un menor valor en el mes de febrero de 0.5 m³/s (Gráfica 1-4). En el segundo semestre se observa una disminución de los caudales en los meses de agosto y septiembre. En general, el segundo semestre del año presenta valores sensiblemente más altos que el primero. El valor promedio anual es de 1.1 m³/s [4].

Gráfica 1-4: Caudales medios mensuales 2000 – 2013.



Fuente: [4].

▪ Fauna

La caracterización de la fauna realizada en la sub-cuenca Rio Frio presenta una diversidad relativamente alta con un promedio de 400 especies faunísticas, de las cuales habitan 17 especies en peligro de extinción y 18 especies con prioridad alta de conservación (patos y pollas de agua) porque presentaron presión por uso y están asociadas a ecosistemas con una baja representatividad. La composición de la fauna (Tabla 1-1) en la subcuenca se establece al agrupar las especies de la clases, Ave, Mammalia, Reptilea, Amphibia y Peces con distribución en la zona en estudio en el rango altitudinal comprendido entre los 2550 y los 3700 msnm [4].

Tabla 1-1: Fauna en la zona de estudio.

Clase	Número de especies amenazadas en la subcuenca	Total especies
Aves	19	308
Mammalia	5	48
Amphibia	1	14
Reptilia	1	19

Clase	Número de especies amenazadas en la subcuenca	Total especies
Peces	0	11
TOTAL	26	400

Fuente: [4].

▪ Flora

La zona de estudio presenta alturas entre 3100 y 3400 metros sobre el nivel del mar lo que evidencia que se encuentra en un piso bioclimático de Bosque andino, el cual se caracteriza por un estrato de árboles y arbustos entre 3 y 10m de altos. Entre las especies más destacables se encuentran silvosilvo (*Hedyosmumcolombianum*), encenillo (*Weinmannia tomentosa*), cucharo (*Myrsineguianensis*) y gaque chiquito (*Clusiasessilis*). Debido a la gran altitud de la zona también se encuentran pisos bioclimáticos de Páramo, en el cual se encuentran varios tipos de vegetación como frailejones, matorrales y pajonales [4].

1.1.3. Características Socioeconómicas

El municipio de Zipaquirá en número de habitantes es el cuarto municipio con mayor población a nivel departamental, según el anuario estadístico de Cundinamarca 2004. La población total del municipio y su proyección demográfica (Tabla 1-2), de la cual el 88% se encuentra en área urbana y el 12% en área rural [1].

Tabla 1-2: Demografía de Zipaquirá

Año	Población	Año	Población
2005	101.562	2011	114161
2006	103721	2012	116215
2007	105830	2013	118267
2008	107918	2014	120312
2009	110003	2015	122347
2010	112069		

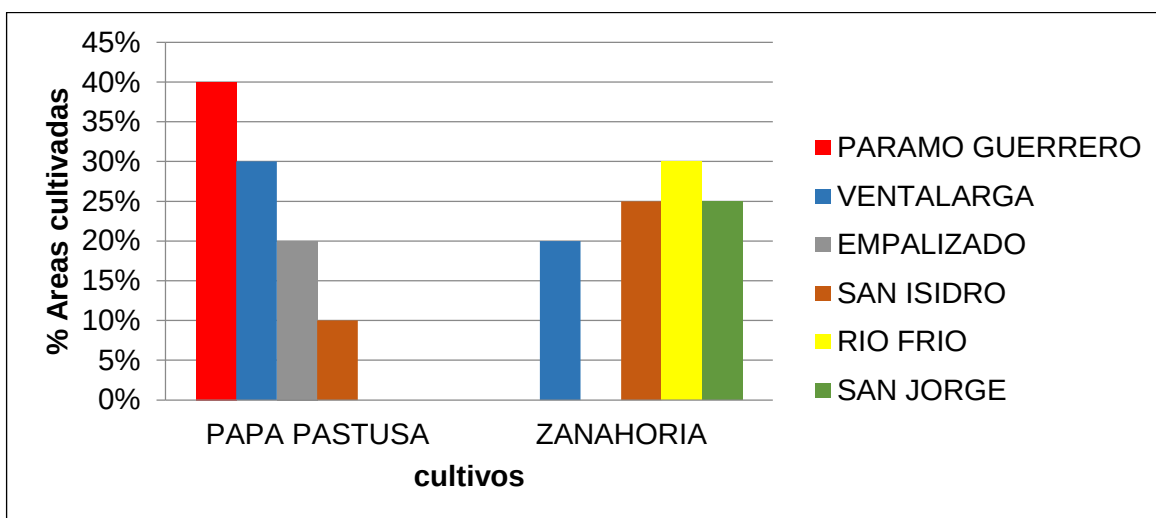
Fuente: Censo General DANE 2005.

Las veredas Páramo de Guerrero y Ventalarga tienen suelos de protección rural declarados por el POT de Zipaquirá, es decir que estos suelos no son aptos para el desarrollo de usos urbanos, agrícolas y pecuarios. A pesar del uso potencial del suelo en la actualidad se realizan actividades agrícolas y ganaderas, es por esto que la zona de estudio es de gran importancia en la prestación de servicios ambientales a la región y a la subcuenca Río Frío [5].

El sector agrícola en la economía del municipio representa el 16,2% del total de empleo, los cultivos de papa son los más importantes y constituyen el 87% del área total destinada a la agricultura. El municipio de Zipaquirá es uno de los principales productores de papa, zanahoria y ganado lechero del departamento; en el año 2013 el municipio presentó una población de 19229 ejemplares de ganado bovino lechero, una producción de 38175 toneladas de papa pastusa en 280 fincas y 1500 toneladas de zanahoria en 15 fincas [6].

En la zona de estudio el principal uso del suelo son las actividades agrícolas y pecuarias, siendo así se tienen cultivos transitorios de papa y zanahoria como se muestra en la Gráfica 1-5, en la cual se identifica que las veredas Paramo de Guerrero y Ventalarga se produce el 70% de papa de las áreas cultivadas en el municipio y solo el 20% de áreas cultivadas de zanahoria se realiza en la vereda Ventalarga [6].

Gráfica 1-5: Áreas cultivadas de papa y zanahoria en veredas de Zipaquirá 2013.



Fuente: [6].

1.2. Marco teórico

1.2.1. Mapa de riesgos

Un Mapa de Riesgo de Calidad de agua es una herramienta en la cual se especifican las acciones de inspección vigilancia y control con respecto a las condiciones de calidad de agua de las fuentes abastecedoras para consumo humano, mediante la determinación de características físicas, químicas y microbiológicas del agua de fuentes superficiales o subterráneas de una zona en específico, que puedan estar generando algún riesgo para la salud humana [7].

En la elaboración de los mapas de riesgo de calidad de agua es indispensable la recolección de información. Aquí las autoridades ambientales y sanitarias toman un papel muy importante, ya que éstas pueden brindar toda la información.

1.2.2. Calidad de agua

Los impactos ambientales y sanitarios a la calidad del agua en las fuentes de abastecimiento, tienen una gran repercusión en la salud de las personas, por ello las medidas de control destinadas a mejorar la calidad del agua de consumo proporcionan beneficios significativos en la disminución de enfermedades. Todos los esfuerzos que se realicen por mejorar los sistemas de suministro en su captación, tratamiento y distribución tienen como objetivo que la inocuidad del agua para consumo sea la mayor posible [8].

La calidad del agua elemento fundamental para la salud y calidad de vida de las personas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que 2.9 millones de personas mueren cada año debido a la falta de acceso al agua, saneamiento e higiene, que podrían ser evitadas con una gestión ambiental y sanitaria eficiente. El agua cruda en su mayoría no se encuentra en condiciones óptimas de calidad, ya que contiene sustancias ajenas las cuales varían los componentes del agua dependiendo las características del medio en que se halle. La calidad del agua cruda es determinada de acuerdo a las características físicas, químicas y microbiológicas [9, 10].

Son las características físicas, químicas y microbiológicas de una fuente hídrica en su estado natural o posterior a realizar alteraciones el hombre como lo puede ser un

tratamiento a esta para su posterior consumo. Teniendo en cuenta lo anterior el agua adecuada para el consumo es aquella que se encuentra sin presencia de sustancias ajenas o microorganismos los cuales puedan generar algún tipo de peligro a la salud y el bienestar de las personas. Es de vital importancia de la calidad del agua ya que esta es uno de los principales medio por medio del cual se pueden transmitir enfermedades las cuales afectan la salud de las personas [8, 10, 11]. En Colombia se establecen sistemas para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano como lo es la resolución 2115 del año 2007 la cual establece los límites aceptables de las características físicas, químicas y microbiológicas que pueden ser un factor de riesgo para la salud de los humanos y los instrumentos básicos de control y vigilancia de la calidad del agua, en la Tabla 1-3 se establecen las características que pueden representar un factor de riesgo a la salud y que son utilizadas para la evaluación de IRCA.

- **Parámetros físicos.**

Son los índices que tienen una menor relevancia en cuanto a la calidad del agua, estos pueden modificar el aspecto del agua, Los cambios en el aspecto, olor y sabor del agua de consumo de un sistema de abastecimiento con respecto a sus características organolépticas normales pueden señalar cambios en la calidad del agua cruda (sin tratar) de la fuente o deficiencias en las operaciones de tratamiento, y deben investigarse. Los parámetros físicos de mayor importancia son; turbiedad, color aparente, conductividad y pH [11].

- **Parámetros químicos.**

Son los de mayor importancia ya que los componentes químicos pueden producir efectos adversos sobre la salud tras periodos de exposición prolongados, Pocos componentes químicos del agua pueden ocasionar problemas de salud como resultado de una exposición única. Para definir la calidad del agua, si el agua de estudio ha recibido vertimientos por actividades industriales estas pueden generar contaminación como la presencia de metales pesados tóxicos para los humanos como arsénico, plomo, mercurio y cromo. La actividad agrícola contamina cuando emplea fertilizantes que son arrastrados hacia las aguas, especialmente nitratos y nitritos. Además, el uso inadecuado de plaguicidas contribuye a contaminar el agua con sustancias toxicas para los humanos [11].

▪ **Parámetros microbiológicos.**

Los mayores riesgos microbianos son los derivados del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales. Los excrementos pueden ser fuente de patógenos, como bacterias, virus, protozoos, helmintos y otros organismos. Los patógenos fecales son los que más preocupan a la hora de fijar metas de protección de la salud relativas a la inocuidad microbiana. Se producen con frecuencia variaciones acusadas y bruscas de la calidad microbiológica del agua. Pueden producirse aumentos repentinos de la concentración de patógenos que pueden aumentar considerablemente el riesgo de enfermedades y pueden desencadenar brotes de enfermedades transmitidas por el agua; además, pueden exponerse a la enfermedad numerosas personas antes de que se detecte la contaminación microbiana.

Las bacterias son uno de los principales contaminantes del agua, los coliformes son un indicador de materia orgánica esta no necesariamente es de origen fecal, ya que los coliformes existen como organismos libres, la Escherichia Coli es una bacteria que se encuentra en las heces fecales humanas y animales [12]. En la Tabla 1-3 se muestran niveles máximos aceptables y los puntajes del IRCA establecidos en la resolución 2115 para los diferentes parámetros de interés a analizar para la Calidad del agua.

Tabla 1-3: Valores máximos aceptables y puntaje IRCA.

Características	Expresados como	Valor máximo(mg/L)	Puntaje IRCA
Color aparente	(UPC)	15	6
Turbiedad	(UNT)	2	15
pH	[H3O] ⁺	6,5 - 9	1,5
Cloro residual libre	Cl ₂	0,3 - 2	15
Alcalinidad total	CaCO ₃	200	1
Calcio	Ca	60	1
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,5	1
Manganeso	Mn	0,1	1
Molibdeno	Mo	0,07	1

Características	Expresados como	Valor máximo(mg/L)	Puntaje IRCA
Magnesio	Mg	36	1
Zinc	Zn	3	1
Dureza Total	CaCO ₃	300	1
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250	1
Hierro Total	Fe	0,3	1,5
Cloruros	Cl ⁻	250	1
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	1
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1	3
Aluminio	Al ³⁺	0,2	3
Fluoruros	F ⁻	1	1
COT	COT ⁻	5	3
Coliformes Totales	UFC/100 cm ³	0	15
Escherichia Coli	UFC/100 cm ³	0	25

Fuente: [13]

1.2.3. Gestión del riesgo en los sistemas de abastecimiento.

Es la capacidad de manejar una posible amenaza que pueda ocurrir, mediante una propuesta o una serie de actividades planificadas ya sea para prevenir, mitigar o manejar una situación de riesgo. En este proceso se deben tener en cuenta el análisis de amenazas, las vulnerabilidades o ambos y de este modo establecer cuáles son las causas de ocurrencia de cualquiera de estos componentes, dando como resultado la reducción de impactos negativos ocasionados [14].

La gestión de riesgo del sistema de abastecimiento de agua de consumo exige un conocimiento completo del sistema, de la diversidad y magnitud de los peligros que pueden existir, y de la capacidad de los procesos e infraestructuras existentes para abordar los riesgos efectivos o potenciales, la gestión de riesgo a la calidad del agua exige una determinación de los peligros potenciales (agente microbiológico, químico, físico con capacidad de ocasionar daños a la calidad del agua) y de sus fuentes, así como

de los posibles sucesos peligrosos (incidente o situación que puede conducir a la presencia de un peligro), y una evaluación del nivel de riesgo (probabilidad de que los peligros identificados ocasionen daños a las poblaciones expuestas en un plazo temporal especificado, incluida la magnitud del daño o de sus consecuencias) [8].

1.2.4. Vigilancia ambiental

Los sistemas de protección y control de la calidad de agua son planteados por acciones de inspección, vigilancia y control, con el fin de supervisar la calidad de agua para consumo humano de las fuentes de abastecimiento. Estos sistemas de protección se basan en instrumentos que nos permiten identificar los factores de riesgo que pueden afectar la salud del ser humano a causa del consumo de agua, entre esos se tienen los mapas de riesgo de calidad de agua los cuales son una herramienta específica para las labores de inspección, vigilancia y control del riesgo que se encuentre relacionado a las condiciones de calidad de las fuentes abastecedoras para el suministro de agua para consumo humano, como las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes hídricas, que puedan generar riesgos graves a la salud humana si no son adecuadamente tratadas, independientemente de si provienen de una contaminación por eventos naturales o antrópicos [15].

En Colombia se creó un sistema de protección y control de la calidad del agua para consumo humano, dando origen al decreto 1575 del 2007 en donde las Autoridades Sanitarias Departamentales, en función de sus actividades de Inspección, Vigilancia y Control para este sector, reportan los datos de la vigilancia de la calidad del agua en el Subsistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano (SIVICAP). Además el decreto establece un IRCA, este índice es herramienta muy indispensable para determinar la calidad del agua [16].

En la Tabla 1-4 se observan las principales estrategias operativas desarrolladas por los sistemas nacionales de calidad de agua en Colombia mediante acciones operacionales como la implementación de programas para el control de la calidad del agua.

Tabla 1-4: Estrategias operacionales desarrolladas por los sistemas nacionales de vigilancia de calidad del agua para consumo humano.

Acciones Operacionales	Colombia
Programa	Cuenta con un Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano, no existe un programa formalizado para VCA.
Monitoreo	El plano de muestreo para la vigilancia y el control están definidas en la Resolución 0811/2008. En donde se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución.
Evaluación de Riesgo	Índices para la evaluación y clasificación de la calidad del agua distribuida en relación con el grado de riesgo de las enfermedades relacionadas con la falta de cumplimiento de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua como lo son: IRCA - El riesgo de la calidad del agua IRABAm - El riesgo de la calidad del agua municipal Mapa de Riesgo Formulario Único de Inspección Sanitaria
Red de laboratorios	Definida nacionalmente a partir del Programa Interlaboratorio de Control de Calidad del Agua Potables (PICCAP), quien autoriza los laboratorios cualificados a

Acciones Operacionales	Colombia
	realizar las análisis de calidad del agua en todo el territorio, además de realizar permanentemente su control y evaluación.
Garantías de información al consumidor	Dadas por el Decreto No 1575/2007, donde la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios maneja el Sistema Único de información-SUI y el Instituto Nacional de Salud SIVICAP, a partir de los cuales se deberá preparar y publicar anualmente el Informe Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
Entes Reguladores	Existencia de los reguladores de cooperar con las instituciones responsables de las acciones de VCACH CRA - Comisión Reguladora de Agua potable y saneamiento básico SSPD - Superintendente de Servicios Públicos de Inicio

Fuente: Tomado de *Comparativo Vigilancia Calidad del agua Brasil y Colombia*, y adaptado por los autores.

1.2.5. Vigilancia sanitaria

Las estrategias que buscan prevenir o disminuir los riesgos a la salud humana por el consumo de agua, son responsabilidad de las entidades de vigilancia y control de la calidad del agua. Por esto las autoridades ambientales y sanitarias son las encargadas de elaborar, revisar y actualizar los mapas de calidad de agua para consumo humano. Los ministerios de ambiente, vivienda y desarrollo territorial y de la protección social expedieron la resolución 4716 del 2010, un acto administrativo en el que se da toda la metodología para elaborar los mapas de riesgo de la calidad de agua para consumo humano [17].

Para la vigilancia y cumplimiento normas sanitarias se han elaborado una serie de formularios establecidos en la Resolución 0082 de 2009 para determinar si se está

cumpliendo lo establecido en cuanto a parámetros de calidad del agua, esta inspección será realizada por la autoridad sanitaria competente.

1.3. Marco legal

En Colombia los últimos años se han generado una variedad de normativas o políticas públicas para el uso debido, cuidado del agua potable y saneamiento básico, con el fin de impedir los posibles factores que generen un impacto en la calidad del agua. Por lo cual para el cuidado se han generado una serie de normas que han sido recopiladas en la Tabla 1-5.

Tabla 1-5: Marco Legal

DECRETO/LEY /RESOLUCIÓN	CONTENIDO
Ley 9 de 1979 Código Sanitario Nacional	Establece una vigilancia sanitaria de las fuentes de agua para consumo humano, con el fin de evitar una afectación a la salud humana. [18]
Ley 142 de 1994 Servicios Públicos Domiciliarios.	Esta ley se basa en que los servicios públicos domiciliarios son fundamentales y que el municipio es la entidad encargada de realizar su prestación [19].
Decreto 1443 de 2004 Uso y manejo de plaguicidas	Establecer medidas ambientales para el manejo de los plaguicidas, y para la prevención y el manejo seguro de los desechos o residuos peligrosos provenientes de los mismos, con el fin de proteger la salud humana y el medio ambiente [20].
Decreto 1575 de 2007 Sistemas de protección de agua consumo humano	Se establece el sistema para la protección y control de la calidad de agua para consumo humano. [21]

DECRETO/LEY /RESOLUCIÓN	CONTENIDO
Resolución 2115 de 2007 Sistemas de control de calidad de agua consumo humano	Se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano [13].
Resolución 0811 de 2008	Da los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución [22].
Resolución 0082 de 2009 Formularios visita inspección sanitaria	Por medio de la cual se adoptan unos formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano [23].
Resolución 4716 de 2010	Define la autoridad responsable para la elaboración de los mapas de riesgo, Identifica los niveles de riesgo de las características fisicoquímicas del agua [7].
Resolución 2372 de 2010	Reglamenta el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y los procedimientos generales relacionados con este [24].
Decreto 4741 de 2015 Manejo de residuos peligrosos	Tiene por objeto prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos

DECRETO/LEY /RESOLUCIÓN	CONTENIDO
	generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente [25].
Resolución 0631 de 2015	Se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público [26].
Decreto 1076 de 2015	Se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible [27]
Resolución 1615 de 2015	Se autorizan los laboratorios para la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano.

Fuente: *Los autores.*

2. METODOLOGÍA

El proyecto se desarrolló de conformidad a lo establecido en la resolución 4716 de 2010 capítulo II Elaboración mapas de riesgo de la calidad de agua para consumo humano de acuerdo a los artículos 4 y 5 donde se especifica los pasos a seguir para su elaboración selección e identificación de la zona, además se utilizó el manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua de la OMS, el cual brindó la metodología para la determinación de peligros, eventos peligrosos y evaluación de riesgo a la calidad de agua en las fuentes de abastecimiento de los sistemas de distribución.

2.1. Revisión y análisis de información.

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de información pertinente sobre la temática de fuentes de abastecimiento, gestión del riesgo, sistemas de protección y control de la calidad de agua, mapas de riesgo de calidad de agua, y cartografía de la zona de estudio, consultando la normatividad y entidades como: CAR, Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Salud y Protección Social, INS, Alcaldía de Zipaquirá, EAAAZ entre otras.

De acuerdo a información suministrada por la Secretaria de Planeación de Zipaquirá se recolectó información catastral sobre todos los predios que hacen parte del cauce de la fuente de abastecimiento, en la Alcaldía Municipal de Zipaquirá se obtuvo el acuerdo del POT y el plano hidrográfico que abastece de agua el acueducto de la vereda San Jorge, en la EAAAZ además un registro histórico de los análisis de muestras tomadas en la fuente de abastecimiento y de la CAR el plan de ordenamiento y manejo de la sub-cuenca Rio Frio .

2.1.1. Cartografía

Se recolectó información geográfica del municipio y la fuente de abastecimiento con el fin de identificar la zona de estudio, posteriormente se elabora la cartografía con base a los planos cartográficos suministrados, de tal forma que su evaluación sea más factible. Los

mapas que se utilizaron para la elaboración de la cartografía son: plano hidrográfico, uso de suelo rural, plano predial y uso potencial del suelo de Zipaquirá.

2.1.2. Comportamiento de las características físicas, químicas y microbiológicas en el sistema de abastecimiento

Durante el análisis de la información de las características físicas, químicas y microbiológicas de la fuente de abastecimiento se llevó a cabo la recolección de los reportes históricos de muestras analizadas de agua cruda en la bocatoma del acueducto EAAAZ de la quebrada La Hoya y de muestras analizadas de agua tratada del acueducto AUSAVESJAB. Con el resultado de estos reportes fue posible analizar el comportamiento estadístico de los principales parámetros fisicoquímicos que pudiesen ser un factor de riesgo a la salud humana.

Teniendo en cuenta que el acueducto no cuenta con reportes de muestras en agua cruda, se realiza un análisis de información de la bocatoma del acueducto de Zipaquirá ya que se encuentra a solo 800 m de distancia de la bocatoma en estudio. En el Anexo A se encuentran los reportes históricos de los parámetros analizados de agua cruda de la EAAAZ.

2.1.3. Visita de inspección ocular

Una vez analizada toda la información recolectada se llevó a cabo un recorrido a la zona de estudio identificando la quebrada La Hoya y la PTAP del acueducto de San Jorge, con los datos recopilados se pudo establecer la situación actual de la fuente de abastecimiento y el estado estructural de la bocatoma y la PTAP (Figura 2-1). Se evidencia que la aducción de este acueducto tiene una distancia de 8Km aproximadamente, también se identifica que a lo largo de la quebrada hay una variedad de actividades tanto agrícolas como ganaderas.

Figura 2-1: Fotografía de la visita de reconocimiento de la zona de estudio.



Fuente: Los autores.

2.2. Caracterización de las actividades económicas.

La identificación y descripción de las actividades económicas que se estén realizando en el cauce de la fuente de abastecimiento es indispensable para determinar si podrían ser un factor de riesgo a la calidad del agua. Para caracterizar el territorio se realizó un censo predial a partir de la realización de las fichas prediales de los territorios que hacen parte de la fuente de abastecimiento. El modelo de ficha predial es elaborado por los autores y se presenta en la Tabla 2-1, este fue aplicado a los 11 predios que hacen parte del cuerpo de agua.

Tabla 2-1: Modelo de las Fichas Prediales

PREDIO N°#				
CÓDIGO CATASTRAL			NOMBRE DEL PREDIO	
USUARIO			VEREDA	
COORDENADAS GEOGRAFICAS	latitud	longitud	ÁREA (m ²)	
			ELEVACIÓN	
PREDIO HABITADO		N° DE HABITANTES		
USO DE AGROQUIMICOS		N° TRABAJADORES		
USO ACTUAL DEL SUELO:				
Agricultura			Ganadería	
Cultivo			Tipo de Ganado y Raza	
Clase			N° de ganado en el predio	
Agroquímico utilizados	Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Fertilizantes
Productos				
Objetivo biológico				
Frecuencia				
Dosis				
OBSERVACIONES				

Fuente: *Los autores.*

Para elaborar el censo predial se tuvo en cuenta toda la información recolectada de las fichas prediales que se realizaron, la información más relevante de cada predio se usó para analizar el estado actual de la fuente de abastecimiento y la identificación de factores de riesgo que estén afectando la calidad de agua para consumo humano. En este censo

la población objetivo son todos los predios que están en la ronda de la quebrada La Hoya, el análisis de la información de las actividades económicas desarrolladas en cada predio se llevó a cabo de acuerdo al uso actual del suelo, productos agroquímicos utilizados y la información demográfica de cada predio.

2.3. Identificación de peligros y evaluación de riesgos en la fuente de abastecimiento

La metodología usada para la gestión del riesgo de la fuente abastecedora fue tomada de la OMS del manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua. La identificación y evaluación de los peligros potenciales a la calidad del agua se realizó a partir de la caracterización de las actividades económicas de los predios que hacen parte de la ronda hidráulica de la quebrada [28].

2.3.1. Determinación de los peligros y eventos peligrosos

En la determinación de peligros potenciales y situaciones peligrosas que puedan ser factores de riesgo a la calidad del agua es importante seguir un método estructurado, para asegurarse de que no se pasan por alto aspectos significativos y de que se determinan los principales factores de riesgo.

Es por ello que toma importancia la recopilación y evaluación de datos disponibles, como los datos de reportes históricos de los análisis de las características físicas, químicas y microbiológicas que puedan ser factor de riesgo a la calidad del agua, ya que pueden proporcionar una descripción resumida del sistema de abastecimiento que incluya la caracterización de la fuente de abastecimiento, la determinación de las fuentes de contaminación que puedan ser un peligro y las medidas de protección del recurso hídrico [28].

En la calidad del agua cruda influyen factores tanto naturales como derivados del uso humano. Son factores naturales importantes la fauna y flora, el clima, la topografía y la geología. Entre los factores derivados del uso humano se incluyen las fuentes de contaminación puntuales (descargas de aguas residuales municipales e industriales) y las fuentes no puntuales (agua de escorrentía urbana y agrícola, que puede contener

sustancias químicas agrícolas, el ganado o el uso recreativo). En la evaluación de peligros pueden tenerse en cuenta los siguientes factores de peligro y sucesos peligrosos que podrían estar afectando el agua de la fuente de captación (Tabla 2-2) [28].

Tabla 2-2: Peligros que pueden afectar la fuente de abastecimiento.

Fuente de peligro	Peligro potencial o suceso peligroso
Variaciones estacionales.	Cambios en la calidad del agua de la fuente de abastecimiento.
Agricultura	Contaminación microbiológica; plaguicidas; nitrato; abonado con estiércol líquido o sólido; desecho de cadáveres de animales.
Explotación forestal	Plaguicidas; HPA - hidrocarburos (fuegos)
Viviendas: fosas sépticas	Contaminación microbiológica
Fauna y ganado	Contaminación microbiológica

Fuente: [28]

2.3.2. Evaluación de los riesgos a la calidad del agua

Una vez se identificaron los factores de peligro y sus fuentes o eventos peligrosos, se determinó la prioridad para su control, comparando cada factor de peligro con los riesgos asociados, estos riesgos pueden describirse de acuerdo a la probabilidad de ocurrencia de cada factor y evaluando la gravedad de las consecuencias en caso de que se produzca dicho peligro. Se diferenció entre los riesgos significativos y los riesgos menos significativos, a partir de la evaluación de la magnitud del riesgo. La clasificación de los riesgos se realizó partir de la definición de la puntuación en una matriz de riesgos. En el proceso de evaluación de los mismos, se aplicó un método semicuantitativo, que comprende la estimación de la probabilidad o frecuencia y la gravedad o consecuencia, la puntuación de la estimación de la probabilidad y la gravedad de los peligros (Tabla 2-3) [28].

Tabla 2-3: Puntajes de probabilidad y gravedad de los peligros.

Probabilidad o frecuencia	Clasificación	Gravedad de la consecuencia	Clasificación
Casi siempre: 1 vez al día	5	Catastrófica: Posible enfermedad	5
Probable: 1 vez por semana	4	Grave: Posibles efectos sobre la salud a largo plazo	4
Moderada: 1 vez al mes	3	Moderada: Consecuencias organolépticas extendidas o incumplimiento prolongado, sin relación con la salud.	3
Improbable: 1 vez al año	2	Leve: Consecuencias a corto plazo o locales, sin relación con la salud, ni con parámetros de cumplimiento, ni organolépticas.	2
Excepcional: 1 vez cada 5 años	1	Insignificante: No produce ningún efecto o no es detectable	1

Fuente: [28]

A partir de puntajes dados según el evento a la probabilidad de ocurrencia de los peligros y la gravedad de las consecuencias de estos mismos se generó la evaluación del riesgo, la cual se realizó mediante la matriz para la evaluación de riesgos (Tabla 2-4) o aplicando la Ecuación 2-1 en la que género como resultado la puntuación. En la Tabla 2-5 se presenta la matriz para la evaluación del riesgo.

Tabla 2-4: Matriz para la evaluación de riesgos.

		Gravedad de la consecuencia				
		Insignificante Clasificación: 1	Leve Clasificación: 2	Moderado Clasificación: 3	Grave Clasificación: 4	Catastrófico Clasificación: 5
Probabilidad	Casi siempre Clasificación: 5	5	10	15	20	25
	Probable Clasificación: 4	4	8	12	16	20
	Moderada Clasificación: 3	3	6	9	12	15
	Improbable Clasificación: 2	2	4	6	8	10
	Excepcional Clasificación: 1	1	2	3	4	5

Fuente: [28]

Ecuación 2-1: Puntuación de riesgo

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad} * \text{gravedad}$$

Fuente: [28]

El nivel de riesgo de cada fuente de peligro se da de acuerdo al resultado del producto de la probabilidad de ocurrencia de dicho peligro y la afectación que este pueda tener a la calidad del agua de la fuente de abastecimiento. Según el nivel de riesgo de cada peligro se deben formular las medidas de manejo ambiental y sanitario.

Tabla 2-5: Clasificación del riesgo.

Puntuación del riesgo	<6	6-9	10-15	>15
Clasificación del riesgo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto

Fuente: [28]

2.4. Lista previa de las características físicas químicas y microbiológicas de la calidad del agua en la fuente abastecedora.

A partir del análisis de toda la información recolectada se realizó un listado de las posibles características que puedan estar presentes en la quebrada La Hoya , las cuales afecten la calidad del agua y que puedan ser un factor de riesgo a la salud de la población. Esta lista se realiza con base en las visitas de inspección ocular, la caracterización de las actividades económicas desarrolladas en la zona de estudio, la identificación de peligros y evaluación de riesgos a la calidad de agua. En la Figura 2-2 se presenta el formato formulado por la Resolución 4716 del 2010.

Figura 2-2: Formato lista previa de posibles características que afectan la fuente abastecedora.

Departamento: _____ Municipio o Distrito: _____				
Persona Prestadora de Acueducto: _____				
Fuente de Abastecimiento: _____				
Actividad contaminante de la fuente abastecedora del acueducto	Características físicas, químicas y microbiológicas previas			
	físicas	químicas	microbiológicas	observaciones
Ejemplo: Extracción de oro, cultivo de papa, cultivo de zanahoria, ganadería, industria y urbanizaciones.				

Fuente: [7]

2.5. Selección de puntos de muestreo

Los puntos de muestreo escogidos en la fuente de abastecimiento fueron seleccionados de tal manera que las muestras sean representativas con respecto a las condiciones más desfavorables que se puedan estar presentando en la zona de estudio y que probablemente presenten una afección a la población beneficiaria del fluido, estos puntos mediante el recorrido realizado a la fuente de abastecimiento de agua potable fueron establecidos, el primer punto seleccionado es donde se encuentra la bocatoma que abastece el acueducto de la vereda de San Jorge ,considerando que uno de los principales objetivos es determinar qué tipo de factores están afectando la calidad del agua para su posterior consumo en esta vereda.

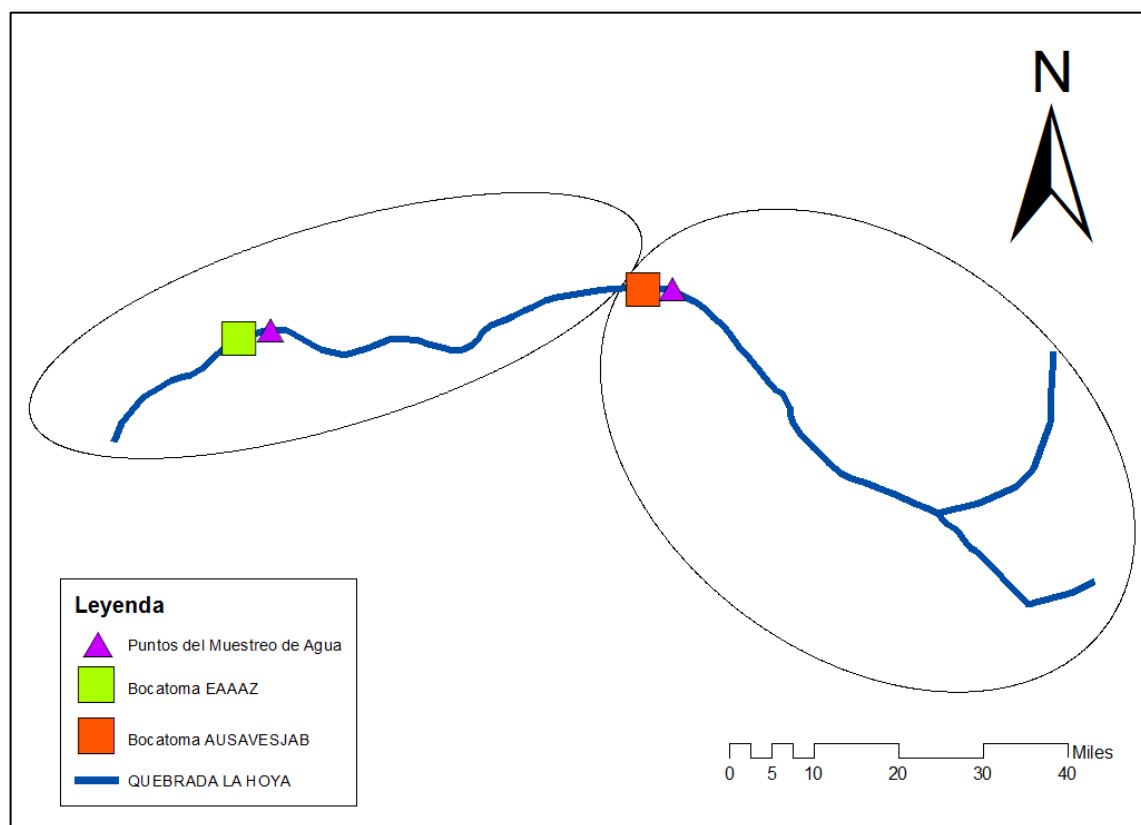
El segundo punto de muestreo seleccionado fue ubicado en la bocatoma que pertenece al acueducto de Zipaquirá (EAAAZ) ya que es un punto que se encuentra a una distancia de 800 m aguas abajo del primer punto seleccionado y abastece a gran parte rural del municipio, además se encuentra a una pequeña distancia de su desembocadura en el Rio Frio con apenas 85 metros por lo cual va a ser muy poco el cambio que tenga en las características del agua antes de su desembocadura, la ubicación de los puntos de muestreo escogidos se puede evidenciar en la Tabla 2-6 y el Mapa 2-1.

Bocatoma AUSAVERJAB		Bocatoma EAAAZ	
latitud	longitud	latitud	longitud
5° 4'56.90"N	74° 2'59.40"O	5° 4'51.16"N	74° 3'19.35"O
			

Tabla 2-6: Puntos seleccionados para muestras de agua cruda.

Fuente: [2].

Mapa 2-1: Puntos de muestreo y área de estudio



Fuente: Los autores.

2.6. Toma de muestras de agua cruda

El análisis de las características físicas, químicas y microbiológicas para consumo humano fue efectuado por un laboratorio autorizado en el Ministerio de Salud y Protección Social el cual que cumple con los requisitos mínimos de autorización establecidos en el artículo 27 del Decreto 1575 del 2007. La toma y análisis de las muestras de agua cruda tomadas en la quebrada La Hoya son apoyadas por el Laboratorio del Acueducto Regional de Tausa y Otros Municipios (SUCUNETTA) el cual hace parte del Programa Interlaboratorio de Control de Calidad del Agua Potable (PICCAP) del Instituto Nacional de Salud y está autorizado por el Ministerio de salud y Protección Social con la Resolución 1615 del 2015 para realizar análisis de agua para consumo humano.

El procedimiento de la toma de muestras y el análisis de este en laboratorio fue realizado de acuerdo al Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Para realizar las muestras se seleccionaron previamente los envases adecuados según los parámetros que se determinaron, además se tuvieron en cuenta otros factores de este como el tipo de boca del envase, que la tapa sea eficaz al momento de sellar la muestra, que el envase pueda ser lavado fácilmente para su posterior reutilización. Estos envases son lavados adecuadamente y los que van a ser utilizados para determinar los parámetros microbiológicos a evaluar deben ser esterilizados [29].

Al realizar la muestra el envase se lavó con agua de la fuente y posterior a esto se almacena, el procedimiento se realizó con las muestras tomadas para realizar el análisis de los parámetros físicos y químicos, con los envases usados para la toma de los parámetros microbiológicos, como estos se esterilizaron previamente no se realizó un lavado con el agua de la fuente sino que se realiza la toma de la muestra inmediatamente se abre el recipiente. Posteriormente las muestras son preservadas en una nevera a una temperatura de 4°C para que no se alteren las características de la muestra ya que la refrigeración sirve como inhibidor microbiano. Finalmente en el laboratorio se utilizó el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater para realizar el análisis de los diferentes parámetros a analizar [29].

2.7. Evaluación del IRCA de las muestras realizadas

El índice de riesgo de calidad del agua para consumo humano (IRCA) es el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano. El método de evaluación del IRCA lo establece la Resolución 2115 del año 2007 en el artículo 13, siendo así, en el cálculo del IRCA se debe asignar un puntaje de riesgo establecido para cada característica física, química y microbiológica que incumpla con su valor límite aceptable en función de su importancia sanitaria (Tabla 1-3).

La sumatoria de los puntajes del IRCA será igual a cero puntos cuando se cumplan todos los parámetros y 100 para el más alto riesgo. De acuerdo a los resultados obtenidos de las muestras analizadas y los puntajes de riesgo determinados señalados en la Tabla 1-3,

a continuación se establecen las ecuaciones para el cálculo del IRCA por muestra y el IRCA mensual.

Ecuación 2-2: Porcentaje del IRCA por muestras

$$IRCA \% = \frac{\sum \text{Puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\sum \text{De riesgo asignados a todas las características analizadas}} * 100$$

Fuente: [13].

Ecuación 2-3: Porcentaje del IRCA en el mes

$$IRCA \% = \frac{\sum \text{De los IRCA's obtenidos en cada muestra realizada en el mes}}{\text{Numero total de muestras realizadas en el mes}}$$

Fuente: [13].

Según el porcentaje de IRCA obtenido determina el nivel de riesgo como se muestra en la Tabla 2-7, de acuerdo a este nivel se determinaran que tipo de acciones se deben realizar.

Tabla 2-7: Porcentaje de riesgo según el IRCA

IRCA (%)	Nivel de riesgo
80.1 - 100	Inviabile sanitariamente
35.1 - 80	Alto
14.1 - 35	Medio
5.1 - 14	Bajo
0 - 5	Sin riesgo

Fuente: [13].

2.8. Lista final de las características físicas, químicas y microbiológicas en la fuente abastecedora.

A partir de los análisis de las muestras tomadas en la fuente de abastecimiento se debe diligenciar la lista final con las características físicas, químicas y microbiológicas analizadas. Esta lista final debe ser comparada con la Resolución 2115 del 2007 la cual establece los límites aceptables de concentración que garantizan que el agua de consumo humano no represente un riesgo a la salud.

Los resultados obtenidos en los análisis realizados a las muestras tomadas en las bocatomas son consignados en el formato de mapa de riesgo de calidad de agua para consumo humano (Figura 2-3) de la Resolución 4716 de 2010. De acuerdo a los resultados obtenidos se descartan las características donde el valor no sea detectable o cumpla con las características establecidas en la Resolución 2115 de 2007.

Figura 2-3: Formato mapa de riesgo de calidad de agua para consumo humano

Departamento: _____ Municipio o Distrito: _____						
Persona Prestadora de Acueducto: _____						
Fuente de Abastecimiento: _____						
Fecha análisis muestra de agua Bocatoma	Parámetros	Normas a comparar R. 2115/07 y Guías para la Calidad del Agua Potable - OMS vigente	Resultado características de las características físicas de la muestra de agua en Bocatoma	Resultado características de las características químicas de la muestra de agua en Bocatoma	Resultado características de las características microbiológicas de la muestra de agua en Bocatoma	Observaciones

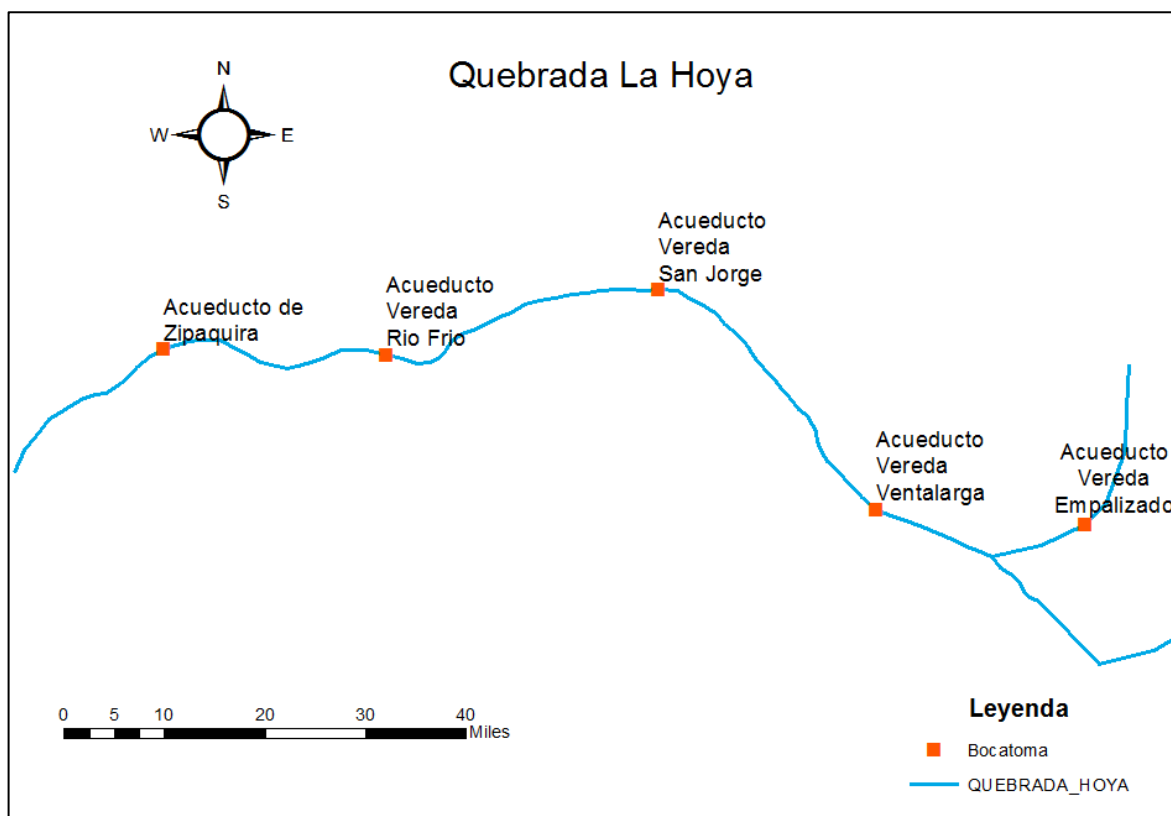
Fuente: Resolución 4716 de 2010 y adaptado por los autores.

3. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS.

3.1. Identificación de la zona de estudio

A lo largo del recorrido se evidencia que este cuerpo de agua abastece un total de 5 acueductos Veredales: (Mapa 3-1) Páramo de Guerrero, Ventalarga, San Jorge, Rio Frio, a su vez el municipio de Zipaquirá, lo que significa que esta quebrada es indispensable para el sistema de abastecimiento del acueducto del municipio. La bocatoma del acueducto AUSAVESJAB es la única que tiene una estructura de protección por lo que existe un área de conservación forestal aproximadamente de 4000m², esto ofrece que la bocatoma no esté expuesta de forma directa a las actividades agroeconómicas que se llevan en la región y que pueda existir un equilibrio en la captación del agua.

Mapa 3-1: Bocatomas de la quebrada la Hoya.



Fuente: Los autores.

En la visita de inspección ocular se realizó un reconocimiento de todas las actividades económicas existentes en la zona de estudio identificando las principales actividades económicas que se realizan en la región: cultivos de papa, cultivos de zanahoria y la ganadería lechera (Figura3-1).

Figura 3-1: Actividades ganaderas y agrícolas

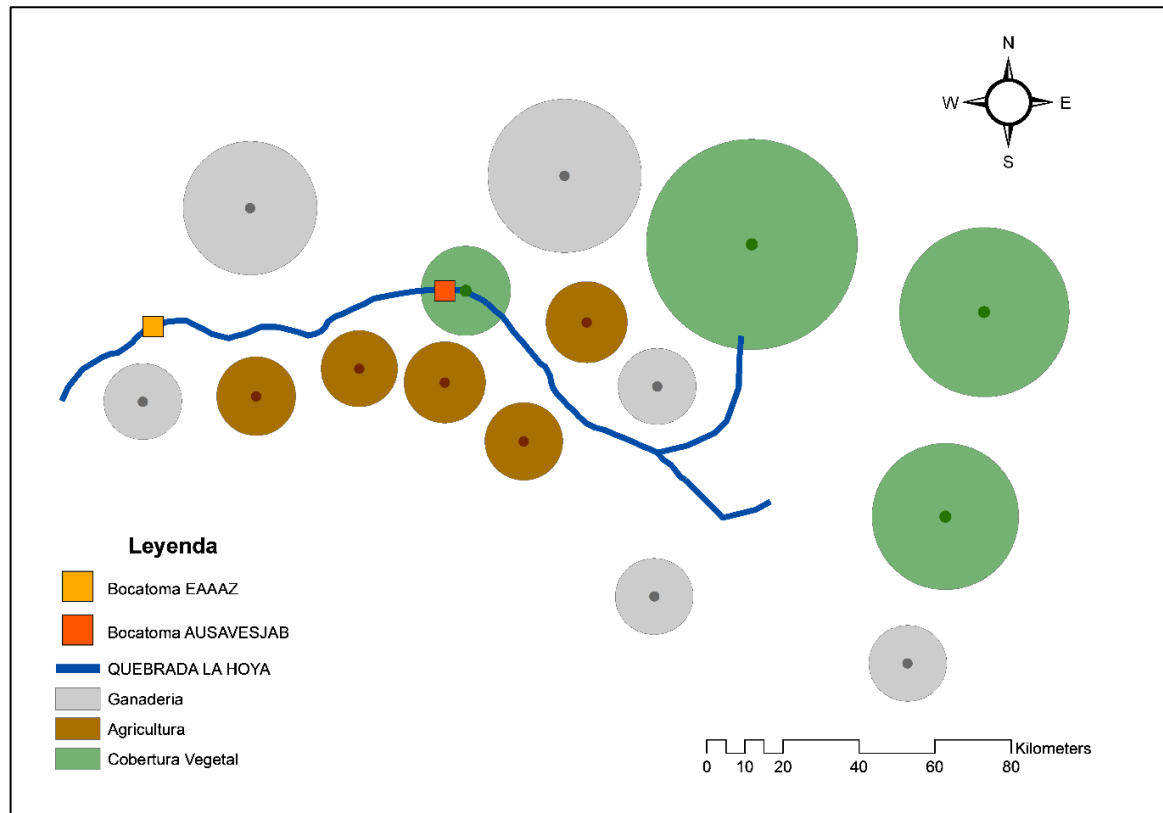


Fuente: *Los autores.*

El recorrido a la quebrada La Hoya se realizó desde su nacimiento a 3300msnm hasta su desembocadura en el Rio Frio, reconociendo los cultivos, actividades ganaderas y zonas de conservación forestal, se geo-referenciaron 15 puntos tomando coordenadas geográficas a las actividades económicas y a las zonas de protección rural, estas se sobre posicionan en el plano hidrográfico de la quebrada identificando la posible afectación a la calidad del agua para consumo humano como se muestra en el Mapa 3-2. Se identificó que la quebrada está muy expuesta a las actividades económicas que se

realizan y estas se hacen muy cercanas al cuerpo de agua sin respetar su ronda hidráulica.

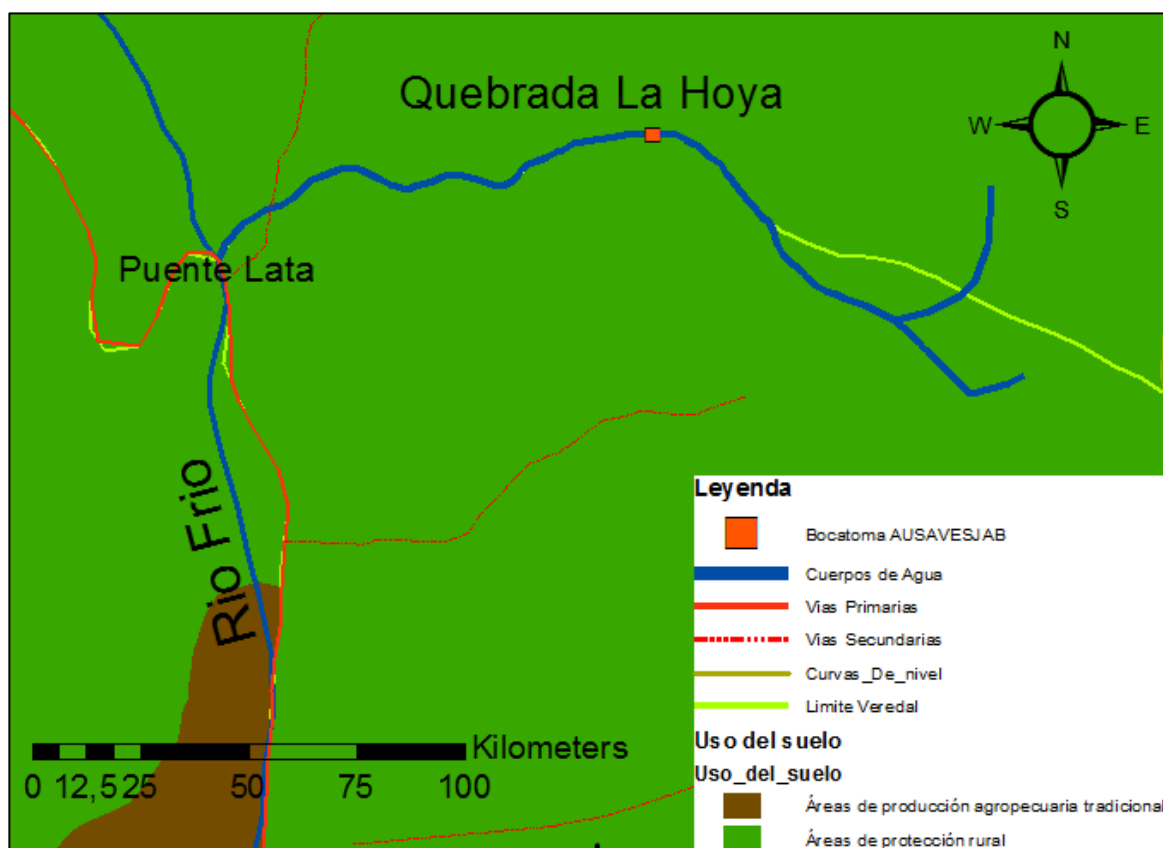
Mapa 3-2: Uso del suelo actual.



Fuente: Los autores

Del anterior recorrido se dispone a comparar el estado actual de la región con el acuerdo municipal de uso potencial del suelo rural para el municipio de Zipaquirá el cual declara que la zona de estudio comprendida entre las veredas Paramo de Guerrero y Ventalarga es de suelo de protección rural y no se debe realizar ninguna actividad económica con el fin de preservar los ecosistemas de interés (Mapa 3-3).

Mapa 3-3: Uso Potencial del Suelo Rural



Fuente: Los autores

3.2. Análisis de las características físicas químicas y microbiológicas.

En el Anexo A se encuentran los reportes históricos de los parámetros analizados de agua cruda de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá, de estos se realizaron medidas de tendencia central (Media y mediana) y dispersión a los parámetros de color aparente, turbiedad, Coliformes y E. Coli ya que estos parámetros tienen una mayor puntuación en la evaluación del IRCA.

La Tabla 3-1 se muestra los resultados mensuales multianuales de los parámetros que tienen una mayor puntuación en la evaluación de los Índices de Riesgo de Calidad de Agua para consumo humano como lo son el color aparente, Turbiedad, Coliformes y E. Coli

Tabla 3-1: Promedio mensual multianual periodo 2008 – 2014

Mes	Color aparente	Turbiedad	Coliformes	E. Coli
enero	11,09	2,55	2,55	75,83
febrero	13,67	4,94	4,94	55,00
marzo	15,86	6,56	6,56	53,50
abril	12,43	3,13	3,13	92,60
mayo	18,93	6,43	6,43	75,00
junio	16,93	5,70	5,70	118,00
julio	10,39	2,40	2,40	179,43
agosto	15,23	5,63	5,63	74,83
septiembre	13,84	5,52	5,52	52,67
octubre	15,41	6,59	6,59	63,71
noviembre	24,89	10,26	10,26	59,83
diciembre	10,26	3,29	3,29	135,40

Fuente: EAAAZ y modificada por los autores.

En la Tabla 3-2 se presentan las medidas de tendencia central y de dispersión comprendidas entre los años 2008 y 2014. Las medidas de tendencia central media y mediana para turbiedad, Coliformes y E. Coli incumplen los valores de la norma en los parámetros analizados. El coeficiente de variación para los parámetros fue mayor al 40% lo que significa que los datos son muy heterogéneos, lo cual indica que la variabilidad de estos es muy alta, a excepción de lo que se presentó en el parámetro de color aparente donde alcanzo un 27,6% lo que significa que los datos son medianamente variables.

Tabla 3-2: Medidas de tendencia central y dispersión del periodo 2008-2014

	Color	Turbiedad	E. Coli	Coliformes
--	--------------	------------------	----------------	-------------------

Limite Aceptable Res. 2115 de 2010	15 (UPC)	2 (UNT)	0 (UFC/100 cm³)	0 (UFC/100 cm³)
Media	14,91	5,25	369,20	86,32
Mediana	14,54	5,574	238,20	74,92
Moda	7,9 ^a	1,12 ^a	70,0	80,00 ^a
Desviación estándar	4,12	2,22	286,05	39,19
Varianza	16,96	4,93	81824,57	1535,85
Coeficiente de variación	27,6%	42,3%	45,4%	77,5%
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.				

Fuente: *Los autores.*

Se realizó una prueba de normalidad de los datos, con el fin de determinar si las variables dependientes siguen una distribución normal, en este caso las variables dependientes son los parámetros analizados con un mayor puntaje de significancia de riesgo, para esto se tienen en cuenta dos hipótesis:

1. Hipótesis nula (H_0): las variables Color, Turbiedad, Coliformes y E.Coli presentan una distribución normal.
2. Hipótesis alterna (H_1): las variables Color, Turbiedad, Coliformes y E.Coli no presentan una distribución normal.

En este caso, debido a la cantidad de datos se debe tener en cuenta la prueba de Kolmogorov Smirnov ($n > 50$) que se observa en la Tabla 3-3, cuando los datos de la significancia son menores a 0.05 la hipótesis es anormal o asimétrica en los datos por lo cual no existe una normalidad en los datos, cuando la significancia es mayor a 0.05 se acepta la hipótesis nula ya que los datos se distribuyen de manera normal o simétrica [30], en este caso se debe rechazar la hipótesis debido a que los valores de significancia

son menores al valor de 0.05, por lo tanto no se puede proceder a un análisis de varianza para los parámetros.

Tabla 3-3: Prueba de normalidad

	Datos	Kolmogorov-Smirnov^a		
		Estadístico	gl	Sig.
Color	Periodo 2008-2014	0,258	70	0,000
Turbiedad	Periodo 2008-2014	0,352	70	0,000
Coliformes	Periodo 2008-2014	0,298	70	0,000
E. Coli	Periodo 2008-2014	0,192	70	0,000
a. Corrección de significación de Lilliefors				

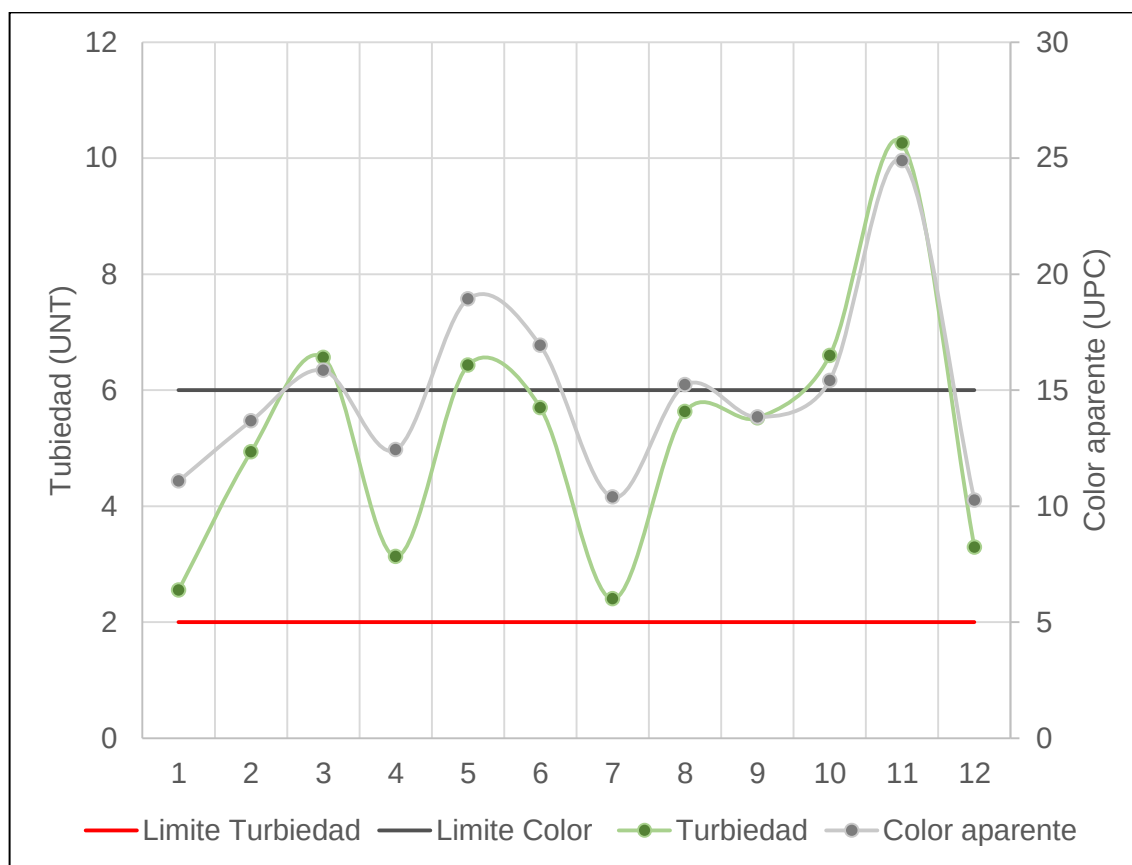
Fuente: Los autores.

3.2.1. Turbiedad y Color aparente

En la Gráfica 3-1 se logró identificar que las variables Turbiedad y Color aparente tienen un comportamiento directamente proporcional en todos los registros históricos de los análisis de las muestras tomadas en la bocatoma del acueducto de Zipaquirá, su comportamiento muestra que los parámetros incumplen en la mayor parte del tiempo como lo es la turbiedad que siempre supera el límite aceptable de 2 UNT y el color aparente en 6 oportunidades incumple su límite de 15 UPC.

Existen 4 picos de incumplimiento en el comportamiento de las variables en los meses de Marzo, Mayo, Agosto y Diciembre, siendo así la reducción de transparencia en el agua y a su vez el aumento de sólidos en suspensión, estas temporadas del año se pueden relacionar con variables climáticas como aumento de la precipitación en los meses de Mayo y Noviembre o la realización de las actividades agrícolas que se ejecutan en la zona de estudio, las cuales realizan de 3 a 4 cosechas en el año de papa y zanahoria. El promedio de color aparente del total de datos es de 14.91 muy próximo al límite aceptable y el de turbiedad es de 5.25 superando su límite.

Gráfica 3-1: Turbiedad y color aparente promedio mensual multianual EAAAZ 2008-2014



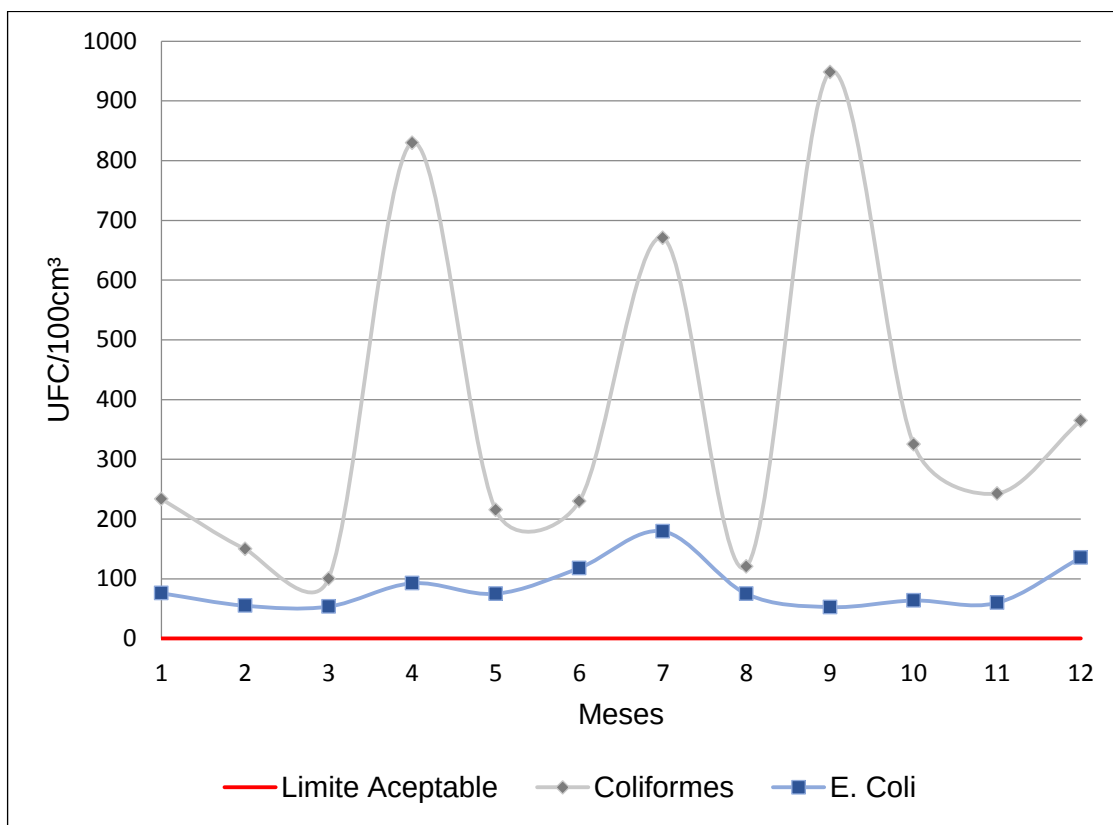
Fuente: Los autores

3.2.2. Coliformes y Escherichia Coli

Considerando que el límite aceptable es 0 para estas variables microbiológicas y un alto nivel de puntuación en el cálculo del IRCA, el estudio de estas es de vital importancia para analizar la vulnerabilidad que tienen las personas al consumir agua contaminada con estos parámetros, en la Gráfica 3-2 se identifica el comportamiento del grupo bacteriano Coliformes y la bacteria que más representa a este la Escherichia Coli, identificando así que en la mayor parte de los registros históricos su comportamiento es similar, aunque existen fluctuaciones de estas que no tienen similitud. Se observa como el comportamiento de estos factores es muy variable lo cual corrobora el resultado obtenido en el coeficiente de variación para estos que fue de un 77% para Coliformes y de un 45,4% para E. Coli, un ejemplo claro son los meses de Agosto donde la concentración de

Coliformes era de 100 UFC/100ml y ya para el mes de Septiembre la concentración es superior a 900 UFC/100ml. En la totalidad de los meses en promedio estos parámetros superan los límites permisibles por la norma ya que para que la calidad del agua sea óptima para el consumo no se debe encontrar ninguna concentración de esta.

Gráfica 3-2 E. Coli y coliformes promedio mensual multianual EAAAZ 2008-2014



Fuente: *Los autores*

3.2.3. IRCA del reporte histórico en la bocatoma EAAAZ

La evaluación del IRCA se da a partir de que en la zona de estudio hay consumo de agua directo a la fuente sin un previo tratamiento, los resultados obtenidos fueron calculados de conformidad a lo establecido por la resolución 2115 de 2007, donde a los diferentes parámetros analizados se les da un puntaje según su relevancia según el grado de afectación a la calidad del agua para consumo (Tabla 1-3).

Los puntajes de riesgo se dan de acuerdo a cada análisis de muestras tomadas en la bocatoma y de los parámetros que incumplen, la sumatoria de los puntajes del IRCA se presenta en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4: Puntajes de IRCA por muestras bocatoma EAAAZ 2008-2014

MES	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ENERO	41	42	48,5	41	41	55	62,5
FEBRERO	55	42	48,5	55	41	40	63,5
MARZO	41	57	43,5	63,5	41,5	30	62,5
ABRIL	57	57	43,5	55	62	40	64,5
MAYO	41	41	68	56	40	55	63,5
JUNIO	63	57	61	40	40	55	63,5
JULIO	62	45	59,5	40	40	40	63,5
AGOSTO	64,5	57	56,5	55	55	55	63,5
SEPTIEMBRE	55	57	62,5	40	40	55	58,5
OCTUBRE	57	56	56,5	65,5	55	40	63,5
NOVIEMBRE	65	57	65	62,5	40	63,5	63,5
DICIEMBRE	57,5	42	56,5	62,5	40	40	41

Fuente: Los autores

En el cálculo del IRCA por muestras tomadas en la bocatoma EAAAZ se toman la sumatoria de los puntajes de riesgo y se dividen por la suma del puntaje del total de parámetros analizados el cual es 77, ya que hay parámetros que no se analizaron en la fuente de abastecimiento, el porcentaje del IRCA por muestras se muestra en la Tabla 3-5.

Tabla 3-5: porcentaje de IRCA en muestras de bocatoma EAAAZ 2008-2014.

MES	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ENERO	53%	55%	63%	53%	53%	71%	81%
FEBRERO	71%	55%	63%	71%	53%	52%	82%
MARZO	53%	74%	56%	82%	54%	39%	81%
ABRIL	74%	74%	56%	71%	81%	52%	84%
MAYO	53%	53%	88%	73%	52%	71%	82%
JUNIO	82%	74%	79%	52%	52%	71%	82%
JULIO	81%	58%	77%	52%	52%	52%	82%
AGOSTO	84%	74%	73%	71%	71%	71%	82%

MES	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
SEPTIEMBRE	71%	74%	81%	52%	52%	71%	76%
OCTUBRE	74%	73%	73%	85%	71%	52%	82%
NOVIEMBRE	84%	74%	84%	81%	52%	82%	82%
DICIEMBRE	75%	55%	73%	81%	52%	52%	53%

Fuente: Los autores

En la Tabla 3-6 se puede observar el nivel de riesgo que presenta el agua en la bocatoma de Zipaquirá que se encuentra en la quebrada la Hoya, de acuerdo a los históricos de los parámetros físico-químicos y microbiológicos aportados por EAAAZ (Anexo A), en la tabla se muestra el IRCA del promedio mensual multianual desde el año 2008 hasta el 2014, se observa que en la totalidad de los meses se presenta un nivel de riesgo alto ya que se incumplen parámetros que tienen una alta puntuación en la evaluación del IRCA como lo son la turbiedad, E. Coli y coliformes el cual es ocasionado principalmente por las diferentes actividades ganaderas y agrícolas realizadas a lo largo de la quebrada.

Tabla 3-6: Promedio mensual multianual IRCA bocatoma E.A.A.Z. Periodo 2008-2014

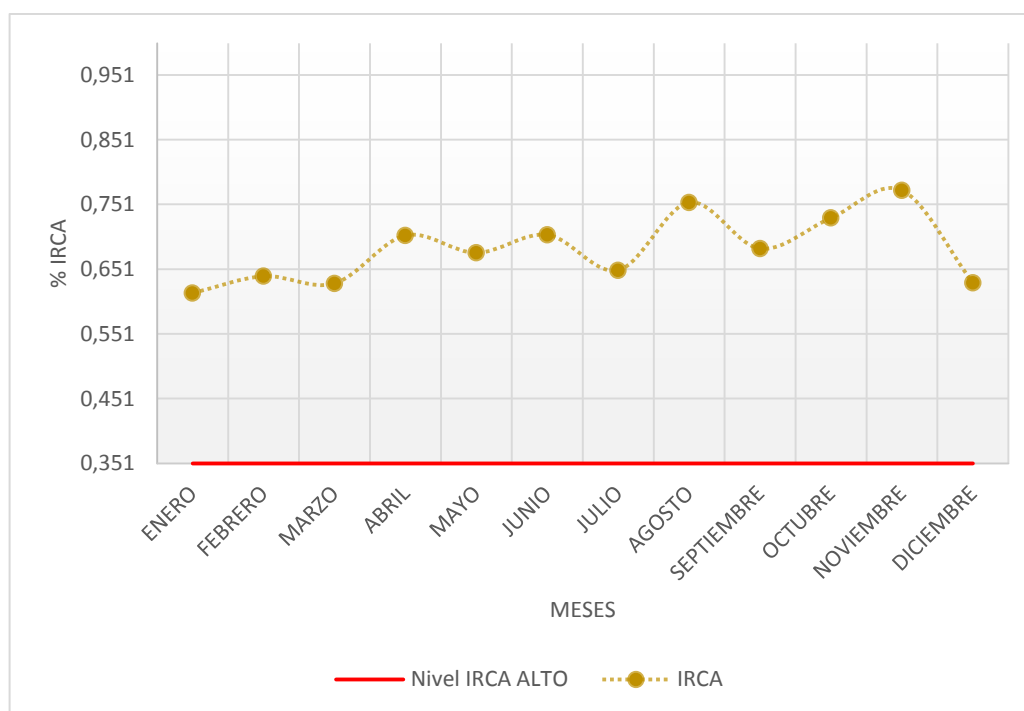
MES	IRCA	Nivel de riesgo
ENERO	61%	Alto
FEBRERO	64%	Alto
MARZO	63%	Alto
ABRIL	70%	Alto
MAYO	68%	Alto
JUNIO	70%	Alto
JULIO	65%	Alto
AGOSTO	75%	Alto
SEPTIEMBRE	68%	Alto
OCTUBRE	73%	Alto

MES	IRCA	Nivel de riesgo
NOVIEMBRE	77%	Alto
DICIEMBRE	63%	Alto

Fuente: Los autores

Con respecto a lo anterior se puede observar con una mayor facilidad el comportamiento del IRCA mensual multianual en este periodo Grafica 3-1 en donde observa que los meses de agosto y noviembre son los que tienen los mayores picos de contaminación ya que en esta temporada del año las actividades económicas aumentan su oferta.

Grafica 3-1: IRCA mensual multianual bocatoma EAAAZ periodo 2008-2014



Fuente: Los autores

3.3. Identificación y evaluación de las actividades económicas.

La caracterización de todas las actividades económicas en la región se realizó con el fin de identificar que predios afectan en mayor medida a la calidad del agua de la Quebrada La Hoya, es a partir de la elaboración de un instrumento de recolección de información

como los son las fichas prediales, las cuales quieren representar de forma muy detallada el uso actual del suelo en toda la ronda de la quebrada, con estas fichas se recolectaron datos que describen la actividad económica en todos sus procesos y etapas de producción. Toda la información recolectada se analizó partiendo del objetivo de identificación de factores de riesgo a la calidad del agua en la fuente de abastecimiento.

3.3.1. Fichas prediales.

Como instrumento de recolección de información se hace una elaboración propia de este método, identificando todos los predios que hacen parte de la zona de estudio con ayuda se la Secretaria de Planeación del municipio de Zipaquirá y un recorrido a lo largo de la quebrada La Hoya. En la región hacen parte 11 predios en los costados norte y sur entre las veredas Páramo de Guerrero y Ventalarga, la elaboración de las fichas de estos terrenos se realizó con el fin de identificar que actividades económicas realizadas en la región y la posible afectación que estas tengan a la calidad del agua de la quebrada. Las fichas prediales recolectaron información independiente y directa de cada terreno como la ubicación geográfica del predio, extensión, usuario, nombre del predio, información demográfica y la caracterización de la actividad económica realizada, los predios a los que se hace referencia están descritos Tabla 3-7 y se presentan geográficamente de conformidad a los códigos catastrales en el Mapa 3-4.

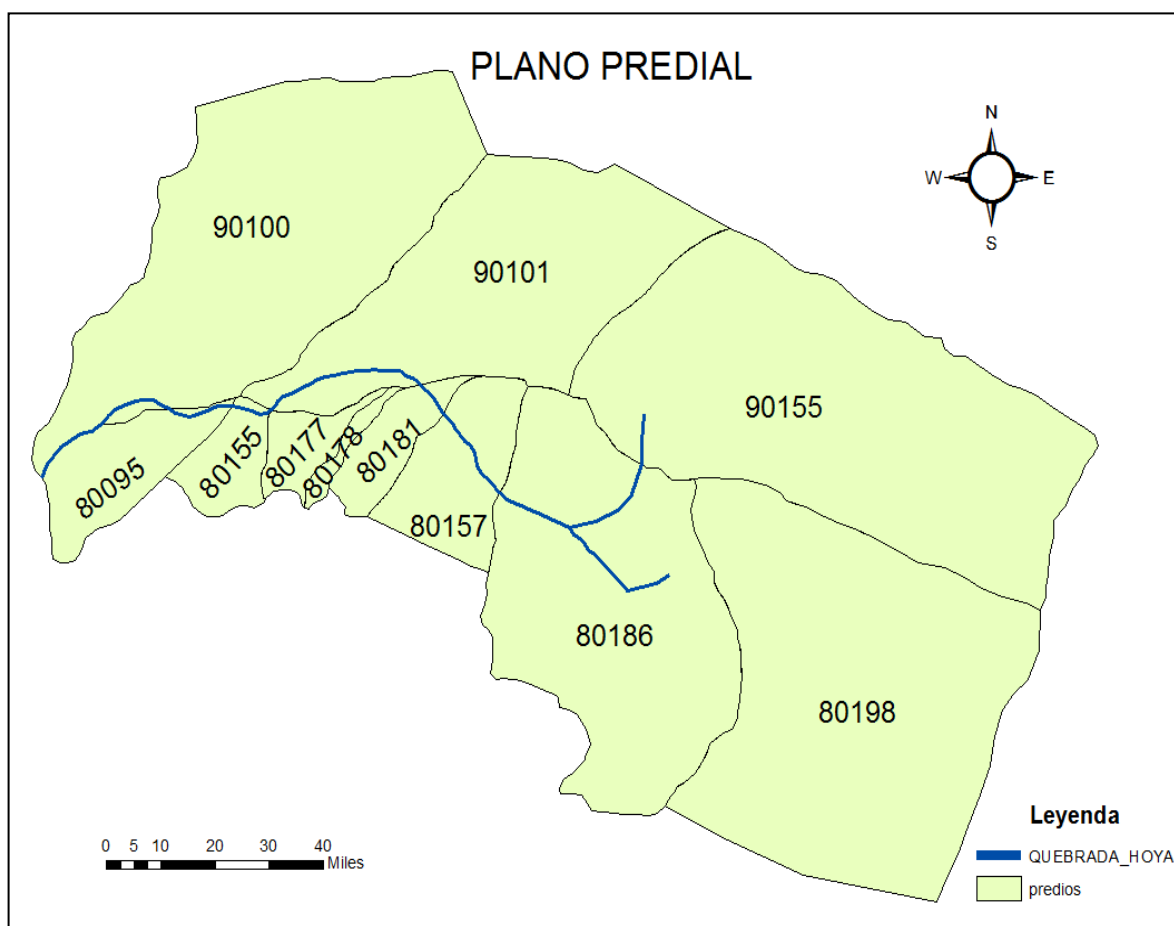
Tabla 3-7: Información Predial

Numero Catastral	Vereda	Nombre del Predio	Usuario	Extensión m²
80177	Ventalarga	Esperanza	Javier Neira Castillo	24150
80095	Ventalarga	Buena Vista	Fabio García	31200
80155	Ventalarga	Recuerdo	Andrés Neira Rodríguez	22800

Numero Catastral	Vereda	Nombre del Predio	Usuario	Extensión m²
80181	Ventalarga	Mortiño	Pedro Pablo Neira Rodríguez	18500
80157	Ventalarga	Cerro del águila	Andrés Neira Rodríguez	35400
80186	Ventalarga	CLT mira Flórez	José García Luque	74200
90155	Páramo De Guerrero	La hoya chiquita	Zipaquirá	81000
90101	Páramo De Guerrero	La Hoya	Fernando Romero	71600
90100	Páramo De Guerrero	Carlina	Noli Ramírez Burgos	78600
80178	Ventalarga	La fuente	Asociación de usuarios	8200
80198	Ventalarga	Ventanas	Jorge García	84500

Fuente: *Secretaria de Planeación de Zipaquirá.*

Mapa 3-4: localización de los predios en estudio.



Fuente: *Secretaría de Planeación de Zipaquirá y adaptado por los autores.*

Las fichas prediales se elaboraron a partir de 3 visitas de inspección a la región, visitando cada predio y recolectando información a los dueños de los predios, habitantes del predio y trabajadores. La información que se recolecta a cada predio es indispensable para la caracterización de las actividades económicas que se realizan en la región y la identificación de los factores de riesgo a la calidad del agua en la fuente de abastecimiento, con la que se hizo la identificación de los peligros potenciales y la evaluación de riesgos a la calidad del agua. En la Tabla 3-8 se presenta la ficha predial que se realizó al predio 1, las demás fichas de los 10 terrenos restantes se encuentran en el Anexo B.

Tabla 3-8: Ficha Predial 1

PREDIO N°1				
CÓDIGO CATASTRAL	80177		PREDIO	Esperanza
USUARIO	Javier Neira Castillo		VEREDA	Ventalarga
COORDENADAS GEOGRAFICAS	latitud	longitud	ÁREA (m^2)	24150
	5° 4'53.48"N	74° 3'6.29"O	ELEVACIÓN	3126
PREDIO HABITADO	Si	N° DE HABITANTES	4	
USO DE AGROQUIMICOS	Si	N° TRABAJADORES	2	
USO ACTUAL DEL SUELO: Agricultura				
Agricultura			Ganadería	
Cultivo	Papa		Tipo de Ganado y Raza	-
Clase	Papa pastusa		N° de ganado en el predio	-
Agroquímico utilizados	Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Fertilizantes
	-	X	X	X
Productos	-	MONITOR PROFICOL	DITHANE	Nitrato de potasio
Objetivo biológico	-	Pulguilla	Gota de la papa	madurar papa
Frecuencia	-	En la siembra del cultivo	15 días	20 días
Dosis	-	200cm³/200L de agua	1 Kg/ 5 Gl de agua	0,5Kg/5 Gl de agua
OBSERVACIONES	*El cultivo ocupa un 80% del predio y hay poca cobertura vegetal.			
	*El cultivo está muy próximo a la quebrada.			
	*Las actividades agrícolas no son realizadas técnicamente.			

Fuente: Los autores.

3.3.2. Censo predial

De acuerdo a las fichas prediales elaboradas se realizó una caracterización de los predios de acuerdo a qué tipo de actividad económica se desarrolla en cada uno de estos, como se detalla en la Tabla 3-9 donde se observa que cuatro predios tienen actividades agrícolas, cinco actividades ganaderas y en dos de estos no se presenta ninguna actividad económica, ya que uno de los últimos predios pertenece al municipio y no se realiza ningún tipo de actividad y el otro predio hace parte de una asociación de propietarios y es utilizado como camino para llegar a la bocatoma del Acueducto de San Jorge.

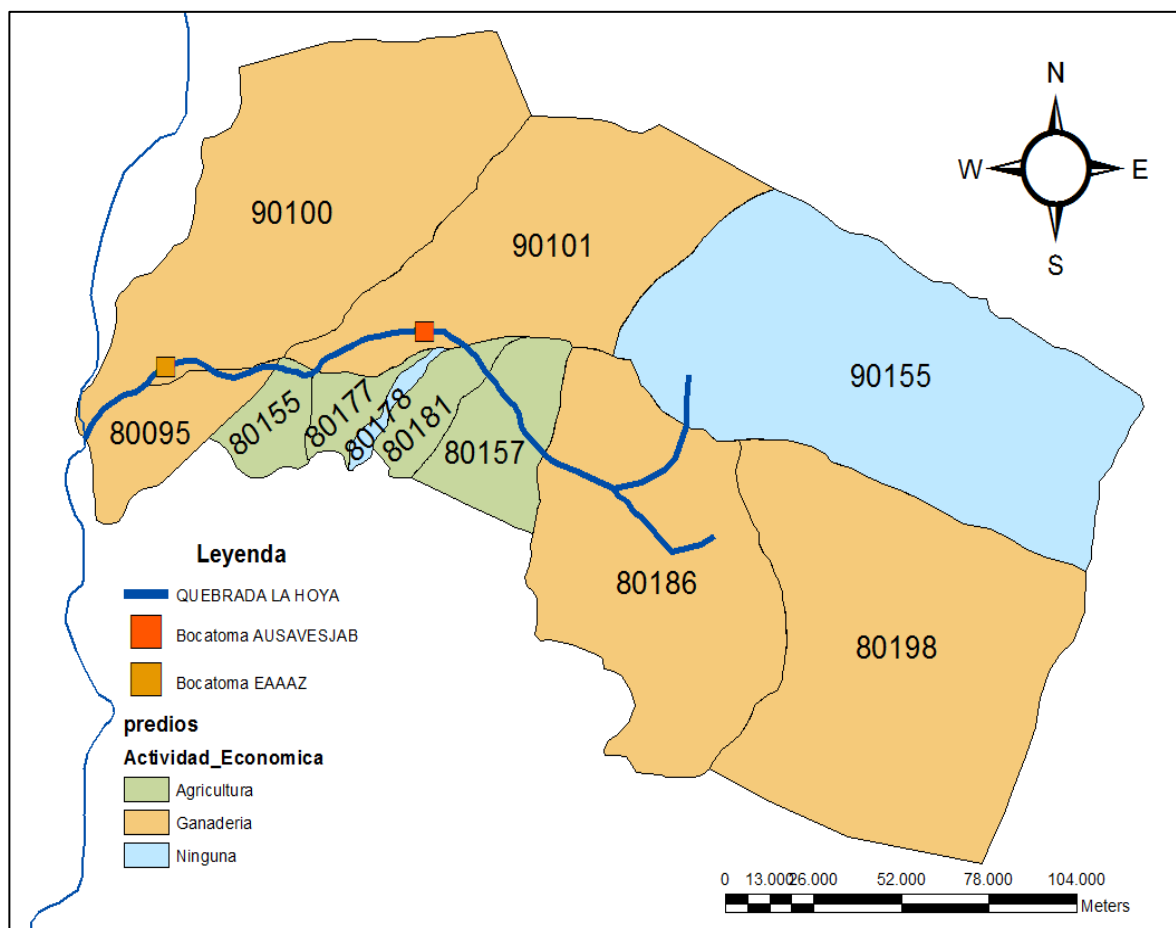
Tabla 3-9: Actividades económicas realizadas en los predios.

Pedio #	Código Catastral	Nombre del Predio	Actividad Económica
1	80177	Esperanza	Agricultura
2	80095	Buena Vista	Ganadería
3	80155	Recuerdo	Agricultura
4	80181	Mortiño	Agricultura
5	80157	Cerro del águila	Agricultura
6	80186	CLT mira Flórez	Ganadería
7	90155	La hoya chiquita	Ninguno
8	90101	La Hoya	Ganadería
9	90100	Carlina	Ganadería
10	80178	La fuente	Ninguno
11	80198	Ventanas	Ganadería

Fuente: Secretaria de Planeación de Zipaquirá

En el Mapa 3-5 se muestra como se distribuye geográficamente las actividades económicas que se realizan en la región y cuáles pueden estar afectando la calidad de agua que se capta en la Bocatoma AUSAVESJAB.

Mapa 3-5: Distribución geográfica de las actividades económicas



Fuente: Los autores.

▪ **Distribución de las actividades económicas en el área de estudio.**

Como se mostró anteriormente en el Mapa 3-5 en la zona de estudio hacen parte 11 predios de los cuales la mayoría de terrenos desarrollan actividades económicas ganaderas como lo es la cría de ganado lechero y doble propósito, esta actividad representa el 45.45%, el sector de la agricultura representa el 36.36% con cultivos de papa y zanahoria y en solamente 2 predios no se hace ninguna actividad económica con el 18.18% del total de los predios (Tabla 3-10).

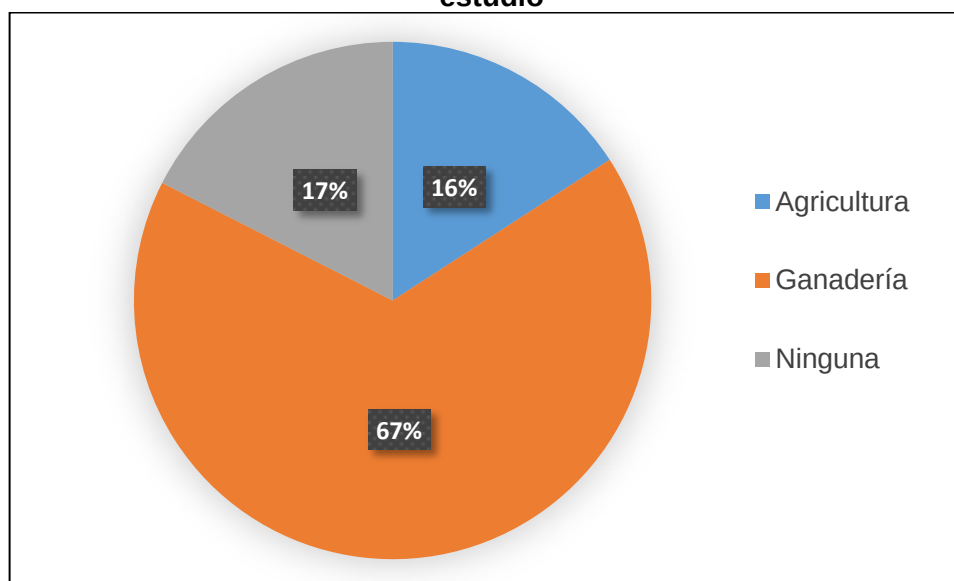
Tabla 3-10: Porcentaje actividades económicas en el total de los predios.

Actividad económica realizada	Porcentaje actividades económicas en el área de estudio.
Agricultura	36.36%
Ganadería	45.45%
Ninguna	18.18%

Fuente: Los autores

El área de estudio tiene un total de 51015 Ha. En los predios evaluados se puede observar que desarrollan principalmente dos actividades: agricultura y ganadería, siendo esta última la actividad económica de mayor área de uso del suelo con un 66.67% como se puede observar en la Gráfica 3-4, mientras que las actividades agrícolas tan solo representan un 15.85% de la actividad con un valor muy cercano al 17.49% de los predios que no desarrollan ninguna actividad.

Gráfica 3-3: Distribución porcentual de las actividades económicas en el área de estudio



Fuente: Los autores.

- **Uso de agroquímicos en las actividades económicas**

Las principales actividades económicas encontradas en la región son la ganadería y la agricultura, se identificó que en ambas existe el uso de agroquímicos en sus etapas de producción, siendo estas las actividades que generan una mayor afectación a la calidad del agua en sus características físicas, químicas y microbiológicas.

En la Tabla 3-11 se muestran las diferentes sustancias utilizadas en los predios para la realización de actividades agropecuarias , donde se puede observar la frecuencia de su uso , la cual sirve para determinar la probabilidad de ocurrencia de un evento que afecte la calidad del agua, además se puede ver la categoría toxicológica de las sustancia utilizadas para dichas actividades la cual es de gran importancia para determinar la gravedad de un evento si se encuentra relacionada con dicha sustancia.

Tabla 3-11: Sustancias que pueden generar riesgos en la calidad del agua.

Sustancia	Riesgo	Volumen Almacenado	Frecuencia de uso	Diluido	Categoría Toxicológica
Dhitane (Funguicida)	Efectos potenciales a la salud y medio ambiente	Entre 2 y 3 Kilos	10 o 15 días	1 Kg/200L	III
Nitrato de potasio (Fertilizante)	Posibles efectos agudos a la salud	25 Kg	20 días	0.5 kg/200LI	III
Lorsban (Insecticida)	Efectos potenciales a la salud y medio ambiente	2 L	20 días	200cc/ 200L	II
Regent (Insecticida)	Efectos potenciales a la	480cm ³	20 días	240cc/200 L	III

Sustancia	Riesgo	Volumen Almacenado	Frecuencia de uso	Diluido	Categoría Toxicológica
	salud y medio ambiente				
Monitor (Insecticida)	Efectos potenciales a la salud y medio ambiente	Entre 4 y 8 litros	10 o 15 días	250cc/200 L	I
Fitoraz	Efectos potenciales a la salud y medio ambiente	1 kg	15 o 20 días	500g/200L	III
Cerillo (Herbicida)	Efectos potenciales a la salud y medio ambiente	1Kg	15 o 20 días	0,2Kg/L/Ha	II

Fuente: Los autores

3.4. Lista previa de posibles características que afectan la fuente abastecedora.

De acuerdo a la visita de inspección realizada a la fuente de abastecimiento y la información recolectada, se realiza el diligenciamiento de la lista previa de las posibles actividades que afectan la fuente abastecedora (Tabla 3-12) según lo establecido por la Resolución 4716 de 2010 en donde se muestran las posibles características físicas, químicas y microbiológicas que pueden afectar la salud humana y la calidad de la fuente.

Tabla 3-12: Lista previa de las posibles características que afectan la fuente abastecedora.

Actividad contaminante	Características físicas	Características químicas	Características microbiológicas	Observaciones
Cultivos de papa y zanahoria.	Turbiedad	Nitritos Nitratos Carbamatos Organofosfatos Fosfatos		El 16% del área de estudio realiza actividades agrícolas como lo son los cultivos de papa y zanahoria, estas actividades económicas son un factor de riesgo a la calidad del agua ya que el uso de agroquímicos no se maneja técnicamente y la distancia de estas actividades a la fuente de abastecimiento es muy próxima.

Actividad contaminante	Características físicas	Características químicas	Características microbiológicas	Observaciones
Ganadería	Turbiedad Color	Fosfatos COT Nitratos	Coliformes Totales E.Coli Giardia Cryptosporidium Mesofilos	Por el pastoreo principalmente de bovinos es el responsable principalmente de la posible presencia de microorganismos como los Coliformes, E. Coli, los cuales pueden ser causar graves afecciones a la salud de las personas
Viviendas			Coliformes Totales E.Coli	En la ronda hidráulica de la fuente de abastecimiento existen 3 predios habitados que realizan su consumo de agua directamente de la quebrada, las viviendas tienen pozos sépticos a una distancia media de 50m

Actividad contaminante	Características físicas	Características químicas	Características microbiológicas	Observaciones
				del cuerpo de agua.

Fuente: Los autores

3.5. Evaluación del riesgo

3.5.1. Determinación de peligros y eventos peligrosos

A lo largo de la fuente de abastecimiento se identificaron, caracterizaron y determinaron las posibles fuentes de peligro y los peligros que pueden tener una influencia en el comportamiento de la calidad de agua en cada uno de los predios aledaños a la fuente, y de este modo se evaluó el nivel de riesgo que presenta cada uno de estos predios a la fuente. Para la determinación de los peligros de cada uno de los predios se elaboró la tabla (Tabla 3-13) en donde se observan que eventos de peligro se determinaron y que peligros asociados tienen estos.

Tabla 3-13: Peligros asociados a lo largo de la fuente.

Evento peligroso (fuente de peligro)	Peligros asociados	Evento peligroso (fuente de peligro)	Peligros asociados
Ganadería	Contaminación microbiológica por materia fecal producida en la ganadería.	Arado de la tierra	Por el movimiento de la tierra al realizar el arado se puede generar un aumento de sólidos suspendidos en las fuentes hídricas.

Evento peligroso (fuente de peligro)	Peligros asociados	Evento peligroso (fuente de peligro)	Peligros asociados
Almacenamiento de insecticidas y pesticidas	Derrame por almacenamiento indebido el cual puede ocasionar daños al medio ambiente o salud de las personas.	Surcado	Al realizar la excavación para hacer los surcos se generan residuos que pueden afectar las características del agua.
Aplicación de insecticidas para plagas en los pastos.	Nocivo para el medio ambiente, puede generar cambios en la calidad del agua.	Fertilización del cultivo	Por uso excesivo de estos la tierra puede no absorberlos en su totalidad por lo cual puede ser arrastrado a una fuente de agua afectando la calidad de esta.
Disposición de los envases y empaques de los productos químicos.	Por un transporte inadecuado o disposición final de los empaques se puede generar contaminación en agua.	Aplicación de plaguicidas para fines agrícolas.	Nocivo para el medio ambiente, puede generar cambios en la calidad del agua.
Vivienda	Se realizan vertimientos en pozo séptico por lo cual existe una probabilidad de percolación de estos afectando la calidad del agua.		

Fuente: Tomado de Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua y adaptado por los autores.

3.5.2. Clasificación de la probabilidad y gravedad de las consecuencias.

En la evaluación de riesgos se debe realizar una estimación de la probabilidad de un evento y la gravedad de las consecuencias de este por lo cual se tomó como referencia una matriz de evaluación de riesgo (Tabla 2-4), que se encuentra en el Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua de la OMS, en la cual según la frecuencia y el efecto que tiene la ocurrencia de un evento se determina el puntaje riesgo de este como se observa en la Tabla 3-14 en dónde se seleccionaron los eventos a evaluar de acuerdo a las actividades económicas y lo observado en la visita al predio.

Tabla 3-14: Calculo del riesgo del predio No 1

Código Catastral: 80177		Predio No: 1	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola			
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Viviendas (pozos sépticos)	Microbiológico	2	5	10	Alto	
Almacenamiento de Agroquímicos	Químico	2	4	8	Medio	

Código Catastral: 80177		Predio No: 1	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola			
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Disposición Final de los envases	Físico	2	4	8	Medio	Las actividades de aplicación de los productos químicos no se realicen técnicamente por lo que la probabilidad de que se los envases no tengan una adecuada disposición final es moderada.
Aplicación de plaguicidas.	Químico	3	4	12	Alto	En el predio se cultiva papa en tres temporadas del año y se le aplica MONITOR PROFICOL en la siembra de cada una de estas.
Aplicación de fertilizantes	Químico	3	4	12	Alto	Se aplica Nitrato de potasio para fertilizar el cultivo cada 20 a 30 días
Aplicación de Fungicidas	Químico	4	4	16	Muy Alto	Con el fin de combatir los hongos en el cultivo se aplica DITHANE cada 10 a 15 días.
Aplicación de Herbicidas	Químico	1	1	1	Bajo	No hay uso de Herbicidas.

Código Catastral: 80177		Predio No: 1	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola			
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Arado y surcado de la tierra	Físico	3	4	12	Alto	
Sobrepastoreo del Ganado	Microbiol ógico	1	1	1	Bajo	
Promedio del nivel del riesgo en el predio				9	Medio	

Fuente: Los autores.

Ya evaluado el riesgo de cada uno de los eventos se realiza un promedio de la puntuación de riesgo, de este modo se determina la clasificación de riesgo que cada predio genera a la fuente de abastecimiento como se muestra:

Promedio puntajes de riesgo: 9 - Clasificación de riesgo del predio No 1: Medio.

3.5.3. Clasificación del riesgo de los predios

El cálculo de los puntajes de riesgo de los demás predios fue elaborado usando la misma metodología de evaluación anteriormente dicha y se encuentra en el anexo C. La clasificación de riesgo de los diferentes predios se puede observar en la Tabla 3-15,

además se muestra un promedio del nivel de riesgo que generan la totalidad de los predios a la fuente abastecedora el cual dio un riesgo medio para la fuente.

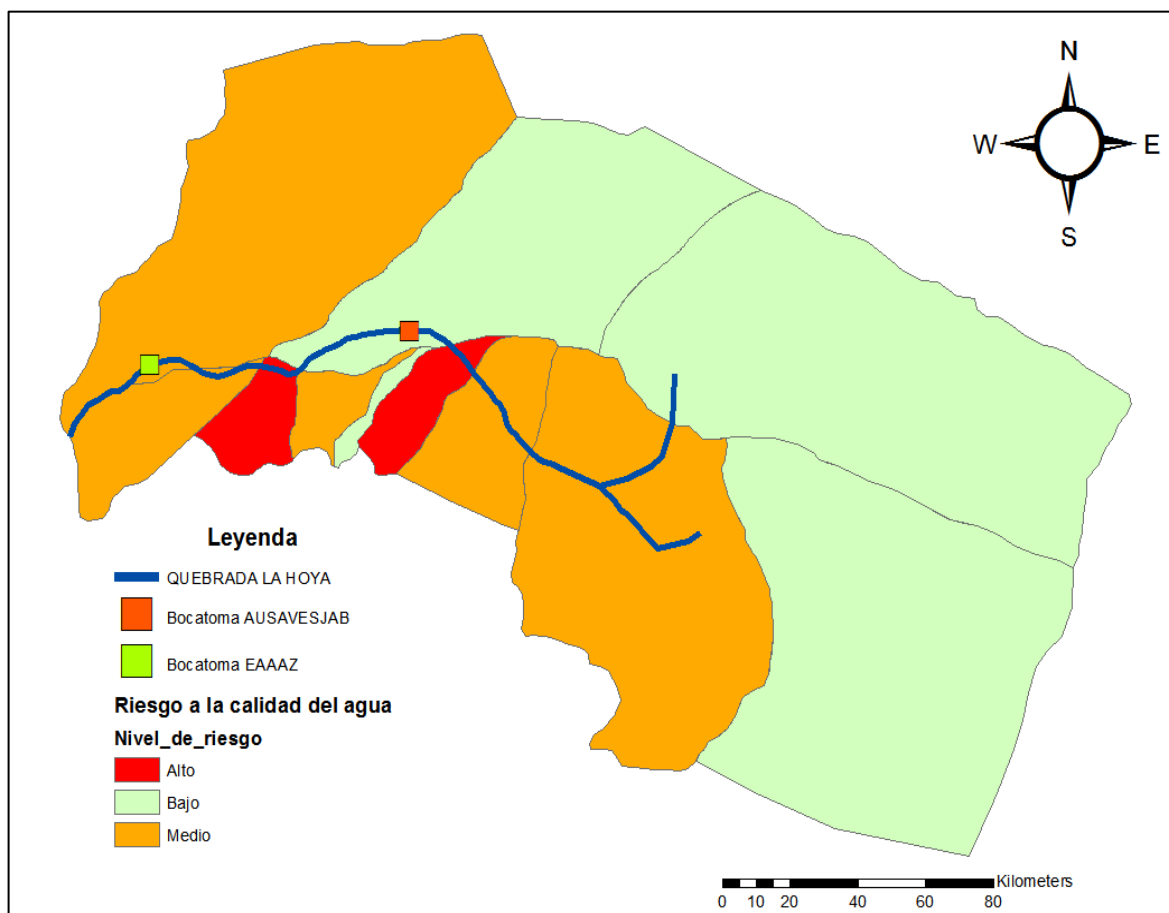
Tabla 3-15: Clasificación del riesgo de los predios.

Pedio No	Código catastral	Puntaje de riesgo	Clasificación del riesgo
1	80177	9	Medio
2	80095	6	Medio
3	80155	10	Alto
4	80181	10	Alto
5	80157	9	Medio
6	80186	6	Medio
7	90155	1	Bajo
8	90101	5	Bajo
9	90100	6	Medio
10	80178	1	Bajo
11	80198	5	Bajo
Promedio del puntaje de riesgo de los predios.		6	Medio

Fuente: *Los autores.*

Una vez obtenida la clasificación de riesgo de los predios se procedió a realizar un mapa en el cual se identificó cada uno de los predios con su respectivo nivel de riesgo a la fuente abastecedora (Mapa 3-6). Los predios de color rojo representan un riesgo significativo, estos son dos con una extensión no muy grande, de igual forma se muestra que los predios que presentan un riesgo bajo ocupan la gran mayoría de la extensión que puede tener una afectación a la calidad del agua.

Mapa 3-6: Mapa de nivel del riesgo a la calidad del agua



Fuente: *Los autores.*

3.6. Lista final de las características físicas, químicas y microbiológicas

De acuerdo a la Resolución 4716 del 2010 se genera una lista final de las características que se deben descartar y las que están presentes en el cuerpo hídrico, siendo así en la

Tabla 3-16 y Tabla 3-17 se genera la lista final de acuerdo a los análisis de laboratorio de muestras tomadas el día 1 de Agosto de 2015 por el laboratorio regional SUCUNETA autorizado por el Ministerio de Salud y Protección Social con la Resolución 1615 del 2015.

Tabla 3-16: Mapa de riesgo bocatoma Acueducto Vereda San Jorge Alto.

Fecha análisis muestra de agua	Parámetros	Normas (2115/07 y Guías OMS)	Resultados características físicas	Resultados características químicas	Resultado características microbiológicas	Observaciones
1 de Agosto/ 2015	pH	6,5 - 9	6,91			De acuerdo a lo establecido por la normativa vigente para Colombia para las características físicas, químicas y microbiológicas del agua se están incumpliendo los parámetros establecidos para Escherichia Coli y Coliformes, principalmente por actividades de tipo ganaderas.
	Conductividad	1000 US/cm	22			
	Color aparente	15 (UPC)	4			
	Turbiedad	2 (UNT)	0,45			
	Hierro total	0,3 mg/L(Fe)		0,1		
	Nitritos	0,1 mg/L (NO ₂)		0,01		
	Nitratos	10 mg/L(NO ₃)		1		
	Manganeso	0,1 mg/L(Mn)		0,01		
	Aluminio	0,2mg/L (Al)		0,01		
	Cloruros	250 mg/L(Cl)		8		
	Alcalinidad total	200mg/L(CaCO ₃)		9		
	Dureza Total	300mg/L(CaCO ₃)		10		
	Sulfatos	250mg/L(SO ₄)		5		
	Fosfatos	0,5mg/L(PO ₄)		0,5		

	Coliformes totales	0 UFC/100 cm ³			12
	E. Coli	0 UFC/100 cm ³			2

Fuente: Resolución 4716 de 2010 y adaptado por los autores.

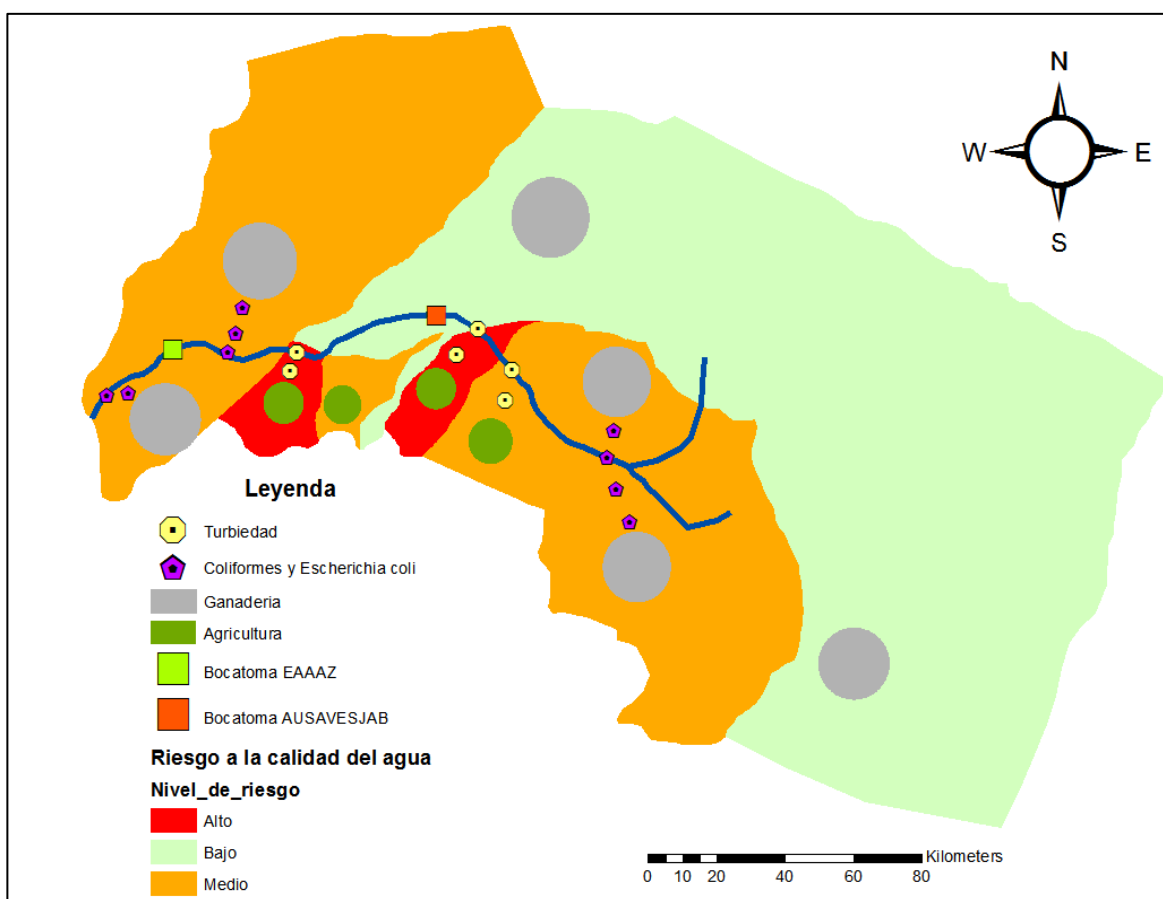
Tabla 3-17: Mapa de riesgo bocatoma Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá

Fecha análisis muestra de agua	Parámetros	Normas (2115/07 y Guías OMS)	Resultados características físicas	Resultados características químicas	Resultado características microbiológicas	Observaciones
1 de Agosto/ 2015	pH	6,5 - 9	6,9			De acuerdo a lo establecido por la normativa vigente para Colombia para las características físicas, químicas y microbiológicas del agua se están inc
	Conductividad	1000 US/cm	20			
	Color aparente	15 (UPC)	10			
	Turbiedad	2 (UNT)	5,72			
	Hierro total	0,3 mg/L(Fe)		0,1		
	Nitritos	0,1 mg/L (NO ₂)		0,01		
	Nitratos	10 mg/L(NO ₃)		1		
	Manganeso	0,1 mg/L(Mn)		0,01		
	Aluminio	0,2mg/L (Al)		0,01		
	Cloruros	250 mg/L(Cl)		8		
	Alcalinidad total	200mg/L(CaCO ₃)		10		Cumpliendo los parámetros establecidos para Escherichia Coli y Coliformes, principalmente por actividades de tipo ganadera y agrícola.
	Dureza Total	300mg/L(CaCO ₃)		10		
	Sulfatos	250mg/L(SO ₄)		5		
	Fosfatos	0,5mg/L(PO ₄)		0,5		
	Coliformes totales	0 UFC/100 cm ³			15	
	E. Coli	0 UFC/100 cm ³			3	

Fuente: Resolución 4716 de 2010 y adaptado por los autores.

Una vez determinados los principales parámetros que están afectando la calidad del agua en la fuente abastecedora de acuerdo a las actividades económicas que se estén realizando en los predios, en aquellos donde hay actividades ganaderas los principales parámetros que incumplen la normativa son los de Escherichia Coli y Coliformes en cuanto los predios con actividad agrícola afectan en principalmente la turbiedad del agua. En el Mapa 3-7 se presentan los factores de riesgo que están afectando la calidad del agua de acuerdo a los análisis realizados, la evaluación de riesgo y las actividades económicas realizadas en la región.

Mapa 3-7: factores de riesgo a la calidad del agua de la quebrada La Hoya.



Fuente: *Los autores*

3.7. Evaluación del IRCA de las muestras realizadas.

La evaluación del IRCA se realizó en dos puntos de la quebrada, el primer punto fue la bocatoma que surte a la vereda de San Jorge, el segundo es la bocatoma de Zipaquirá la cual surte una parte del casco urbano de Zipaquirá y se encuentra aproximadamente a 800m de la bocatoma de San Jorge.

En el anexo D se observan los resultados de los parámetros analizados para la determinación del IRCA de los puntos escogidos para el análisis de las muestra, para realizar el cálculo del IRCA se les asigna el puntaje de IRCA a aquellos valores que superen los límites permisibles los cuales se pueden observar en la Tabla 1-3, en este caso de los dos puntos seleccionados para la toma de las muestras, en el primero tomado en la Bocatoma AUSAVESJAB dos de los parámetros analizados no cumplían con los límites permisibles según lo establecido por la resolución 2115 de 2007 los cuales son Coliformes totales y E. Coli dando así un puntaje de IRCA de 40 como se observa en la Tabla 3-18, en el segundo punto de muestreo por ser aguas abajo los niveles de alteración en la calidad del agua son más elevados y en este incumplen los mismos parámetros del primer punto y se suma el de turbiedad dando un puntaje de IRCA de 55.

Tabla 3-18: Sumatoria del puntaje de riesgo de las muestras.

PARAMETRO	Bocatoma AUSAVESJAB		Bocatoma EAAAZ ESP	
	RESULTADO	Puntaje IRCA	RESULTADO	Puntaje IRCA
pH	6,91	0	6,9	0
Conductividad	22	0	20	0
Color aparente	4	0	10	0
Turbiedad	0,45	0	5,72	15
Hierro total	0,1	0	0,1	0
Nitritos	0,01	0	0,01	0
Nitratos	1	0	1	0

PARAMETRO	Bocatoma AUSAVESJAB		Bocatoma EAAAZ ESP	
	RESULTADO	Puntaje IRCA	RESULTADO	Puntaje IRCA
Manganeso	0,01	0	0,01	0
Aluminio	0,01	0	0,01	0
Cloruros	8	0	8	0
Alcalinidad total	9	0	10	0
Dureza Total	10	0	10	0
Sulfatos	5	0	5	0
Fosfatos	0,5	0	0,5	0
Coliformes totales	12	15	15	15
E. Coli	2	25	3	25
TOTAL PUNTAJE IRCA		40	TOTAL PUNTAJE IRCA	55

Fuente: Los autores.

Una vez hallado el puntaje de riesgo de cada una de las muestras se procese a determinar el porcentaje de IRCA como se observa en las siguientes ecuaciones en donde se realiza una sumatoria de los puntajes de IRCA y se divide en 78 la sumatoria de los puntajes de riesgo de los parámetros analizados da esto y finalmente se multiplica por 100. Los resultados dan un nivel de riesgo alto como se muestra en la Tabla 3-19 lo cual es normal ya que esta agua no ha sido tratada. Este IRCA es evaluado ya que a los alrededores de la fuente el recurso hídrico es utilizado para el consumo por algunos de los habitantes de los predios.

$$\% \text{ IRCA Bocatoma AUSAVESJAB} = \frac{15 + 25}{78} * 100 = 51.28\%$$

$$\% \text{IRCA Bocatoma EAAAZ ESP} = \frac{15 + 15 + 25}{78} * 100 = 70.51\%$$

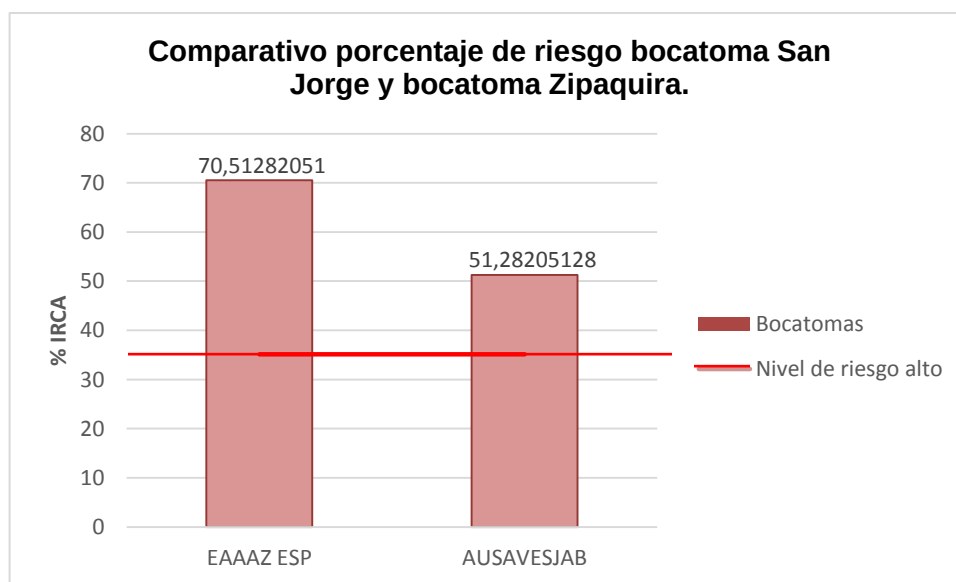
Tabla 3-19: IRCA calculado en las bocatoma San Jorge y Zipaquirá en agosto de 2015

BOCATOMA	PUNTAJE TOTAL IRCA	IRCA	NIVEL DE RIESGO
A.U.S.A.V.E.S.J.A.B.	40	51,28 %	ALTO
E.A.A.A.Z E.S.P	55	70,51 %	ALTO

Fuente: Los autores.

En la Grafica 3-2 se ve la comparación del porcentaje de riesgo calidad de agua para consumo entre las bocatoma de San Jorge y Zipaquirá, en donde se muestra que el índice de riesgo de la bocatoma de Zipaquirá es superior casi en un 20% con respecto a la de San Jorge, lo cual se debe en gran medida a que la bocatoma de Zipaquirá se encuentra aproximadamente a 800m de la primer bocatoma y debido a esto hay una mayor cantidad de factores que afectan la calidad de la fuente.

Grafica 3-2: Porcentaje de riesgo de bocatoma E.A.A.A.Z. E.S.P. vs A.U.S.A.V.E.S.J.A.B. agosto 2015



Fuente: Los autores

▪ **Parámetros de agua tratada en el acueducto AUSAVESJAB**

En la Tabla 3-20 se observan los resultados obtenidos de las muestras de agua tratada que surten la vereda San Jorge, en donde se analizó que al pasar el agua por la planta de tratamiento los parámetros que se encontraban por fuera de los valores máximos permitidos mejoraron sus características físico-químicas y microbiológicas a tal punto de no presentar ningún riesgo para el consumo, teniendo en cuenta que para el año 2015 uno de los parámetros analizados supero los límites permisibles establecidos como lo son los fosfatos, la presencia de estos puede deberse al uso de fertilizantes ya que algunos de estos contienen fosfatos, sin embargo la presencia de estos no significa ningún riesgo para el consumo humano según lo establecido en la resolución 2115.

Tabla 3-20: Resultado IRCA agua tratada para agosto 2013 y febrero 2015

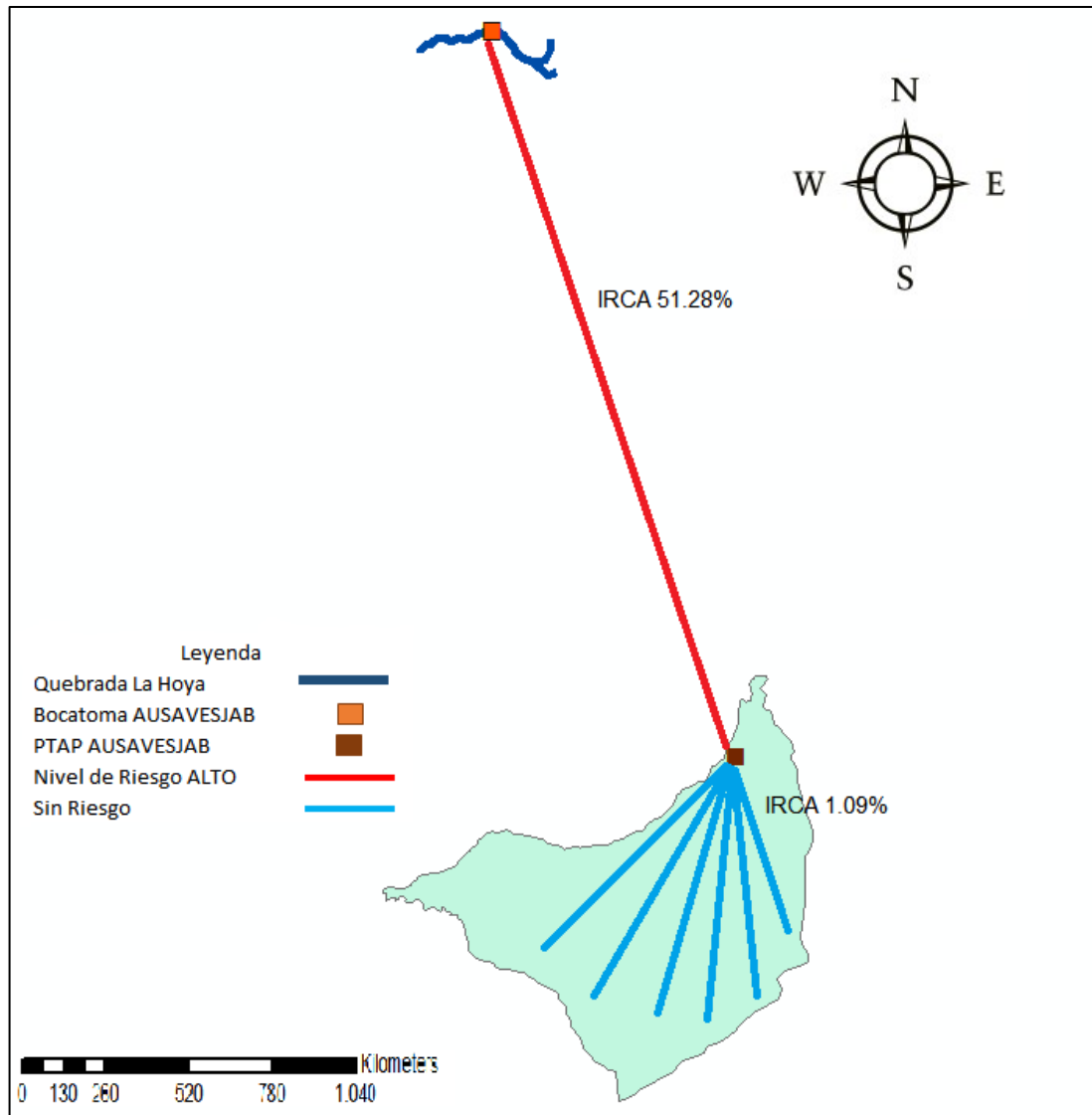
Parámetro	Unidades	Res. 2115/07	Agosto 2013		Febrero 2015	
		Límite aceptable	Resultado	Puntaje Riesgo	Resultado	Puntaje Riesgo
pH		6,5 a 9	7,26	0	7,04	0
Conductividad	mS/cm	<1000	27	-	30	-
Color aparente	UPC	≤15	2	0	0	0
Turbiedad	UNT	≤ 2	0,59	0	0,31	0
Hierro Total	mg/L NO ₂	0,3	0,06	0	0,02	0
Cloruros	mg/L Cl	250	13,18	0	1,15	0
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	200	11	0	11	0
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	300	10,68	0	10,7	0
Aluminio	mg/L Al	0,2	<0,02	0	<0,02	0
Fosfatos	mg/L PO ₄	0,5	0,49	0	0,6	1

Parámetro	Unidades	Res. 2115/07	Agosto 2013		Febrero 2015	
		Limite aceptable	Resultado	Puntaje Riesgo	Resultado	Puntaje Riesgo
Manganeso	mg/L Mn	0,1	0,02	0	<0,01	0
Nitritos	mg/L NO2	0,1	0,021	0	0,033	0
Sulfatos	mg/L SO4	250	6	0	<1	0
Cloro Residual Libre	mg/L de CL2	0,3-2,0	0,49	0	0,68	0
Coliformes Totales	UFC/100ml	0	0	0	0	0
E. Coli	UFC/100ml	0	0	0	0	0
Valor IRCA				0,00%		1,09%

Fuente: Tomado del reporte de resultados de MABER soluciones hidráulicas S.A.S. y adaptado por los autores.

De acuerdo a los muestreos realizados de agua cruda para la elaboración del mapa de riesgo el porcentaje de IRCA es mayor al 50% lo que indica que tiene un riesgo alto para el consumo, por lo cual es necesario realizarle un tratamiento al agua, en este caso es realizado por el acueducto de San Jorge, en donde se le realiza un adecuado tratamiento ya que una vez sale de la PTAP el nivel del IRCA es muy bajo lo cual indica es apta para los consumidores en el Mapa 3-8 se observa el recorrido del recurso hídrica hasta la vereda San Jorge donde ya realiza consumo del agua.

Mapa 3-8: IRCA de la Bocatoma AUSAVESJAB

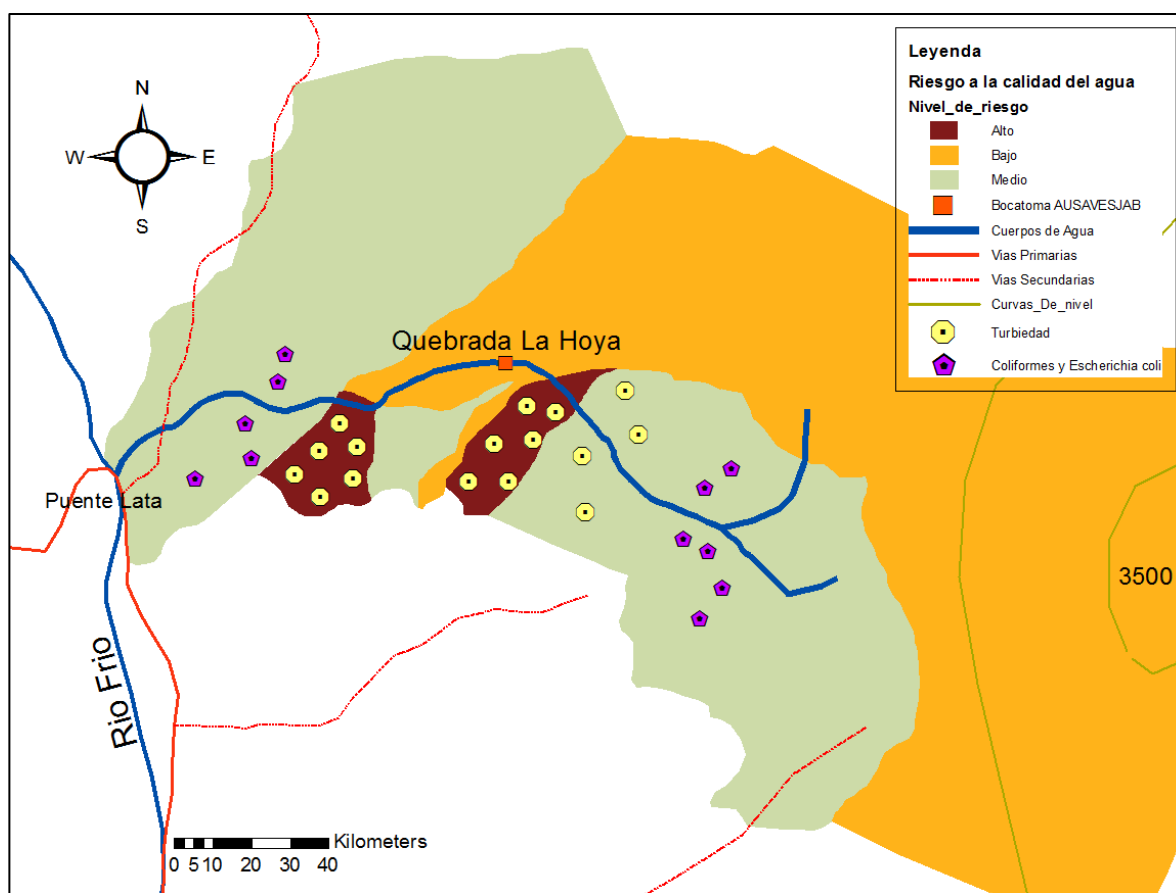


Fuente: *Los autores.*

3.8. Mapa de riesgos a la calidad del agua en la quebrada La Hoya

Finalmente ya realizada la evaluación de riesgo y la evaluación del IRCA se elaboró un mapa en donde se observa en los diferentes puntos de la fuente hídrica en donde es posible que se estén generando los parámetros que estén afectando la calidad del agua y en donde el nivel de riesgo es alto (Mapa 3-9).

Mapa 3-9: Mapa de riesgo a la calidad del agua de la quebrada La Hoya



Fuente: Los autores.

4. CONCLUSIONES.

- A nivel municipal no se le ha dado la importancia correspondiente a la elaboración de mapas de riesgo de calidad de agua para consumo humano de las fuentes de abastecimiento, sin embargo las autoridades sanitarias a nivel nacional han sido muy insistentes en la elaboración de estos, por esto el Municipio de Zipaquirá se interesa por avanzar en este tema actualizando todos los sistemas de abastecimiento urbanos y rurales.
- Las afectaciones de origen antrópico o por actividades humanas que presentan un nivel de riesgo para la calidad del agua son principalmente la agricultura y la ganadería, ya que estas son el principal sustento para las personas que residen en el área de influencia de la fuente de abastecimiento estas actividades económicas son un factor de riesgo ya que afectan la calidad del recurso debido a la cercanía que estas tienen con la quebrada y a la utilización de agroquímicos sin un manejo adecuado.
- Según los resultados de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos en las muestras de agua cruda, se observa que los más influyentes en la alteración de la calidad del agua son: la materia orgánica procedente principalmente de las heces bovinas, ya que en los resultados obtenidos había presencia de *Escherichia Coli* y Coliformes los cuales son indicadores de contaminación microbiológica, y estos son removidos de manera adecuada en la PTAP.
- En la zona de estudio se presenta un consumo directo de agua cruda por los habitantes de tres predios, es por eso que se realiza una evaluación de los IRCA en la fuente de abastecimiento con el fin de identificar los posibles riesgos a la salud de los consumidores, en la bocatoma de la vereda San Jorge se obtuvo un IRCA de 51.28% dando un nivel de riesgo alto indicando que el agua no es apta para consumo humano.

5. RECOMENDACIONES.

- Las actividades económicas realizadas en la región utilizan agroquímicos que pueden ser un riesgo a la calidad del agua, por lo que se le recomienda hacer un monitoreo de estas sustancias realizando el análisis de parámetros tales como plaguicidas y microorganismos (*Cryptosporidium* y *Giardia*), estos últimos pueden causar problemas a la salud tales como diarrea, náuseas, vómitos, fiebre y dolores abdominales, en cuanto a los plaguicidas estos tiene efectos tóxicos al tener contacto con los humanos por lo que pueden afectar el sistema nervioso, tener efectos mutagénicos o cancerígenos.
- Se recomienda que se realice un mayor seguimiento al uso actual del suelo en las inmediaciones de la fuente de abastecimiento, realizando una comparación con el POT municipal con el fin de comprobar si se están respetando las rondas de protección hídrica y de este modo disminuir o evitar que los cultivos puedan generar contaminación por el uso de agroquímicos, además determinar si las zonas en donde se están realizando los cultivos son áreas de protección.
- Es recomendable que la autoridad sanitaria solicite al municipio y a la persona prestadora un plan de trabajo correctivo para reducir los riesgos sanitarios encontrados, aun así es vital que se siga haciendo con más frecuencia visitas de inspección sanitaria a la fuente de abastecimiento

6. ANEXOS

Anexo A Histórico de datos 2008 - 2014 EAAAZ

CP-CC-PR28-R03																			Versión: 02			
CONTROL DE CALIDAD AGUA CRUDA EN BOCATOMAS																			Fecha de Vigencia: Mayo 08 de 2008			
FUENTE DE ABASTECIMIENTO: LA HOYA																			AÑO: 2008			
PARÁMETROS		pH	OLOR Y SABOR	SUSTANCIAS FLUOTANTES	CONDUCTIVIDAD	COLOR	TURBEDAD	HIERRO	NITRITOS	ALCALINIDAD	DUREZA TOTAL	ALUMINIO	CLORUROS	AMONIO	FOSFATOS	MANGANESO	SULFATOS	NITRATOS	MESOFILOS	COLIFORMES	E.COLI	RESPONSABLE
UNIDADES					mb/cm	UPC	UNT	mg/l Fe	mg/l NO2	mg/l	mg/l	mg/l Al	mg/l Cl	mg/l NH4	mg/l PO4	mg/l Mn	mg/l SO4	mg/l NO3	UFC/100ml	UFC/100ml	UFC/100ml	
MES	DIA	5 - 9.0	Aceptable	Ausentes	<1000	75.00	2	0.30	1.00	200	300	0.20	250	1	0.50	0.10	400	10		20.000	20.000	
ENERO	30	6.6	No Aceptable	Presentes	24	5	1.2	0.08	0.03	9	8	0.08	0	0.03	0.50	0.11	0	0.40	360	120	96	Juan Carlos
FEBRERO	29	7.0	Aceptable	Presentes	26	7	2.3	0.09	0.05	10	10	0.10	0	0.01	0.40	0.01	1	0.20	1.200	190	70	Juan Carlos
MARZO	25	7.1	No Aceptable	Presentes	27	6	1.7	0.18	0.03	10	19	0.09	10	0.03	0.50	0.18	9	3.20	292	49	36	Luisa Fernanda
ABRIL	23	6.8	No Aceptable	Presentes	26	8	2.2	0.18	0.05	13	18	0.07	<2,5	0.03	0.60	0.23	2	0.00	1.682	206	106	Luisa Fernanda
MAYO	19	6.8	No Aceptable	Presentes	27	7	1.6	0.12	0.04	8	15	0.07	0	0.10	0.60	0.07	2	0.00	1.360	376	116	Luisa Fernanda
JUNIO	27	7.15	No Aceptable	Presentes	28	15.2	3.54	0.21	0.06	6	30	0.20	0	0.17	3.10	0.14	2	0.00	2.720	430	270	Luisa Fernanda
JULIO	21	7.00	No Aceptable	Presentes	32	15.2	3.92	0.17	0.03	7	18	0.05		0.15	1.20	0.03	6	0.00	4.224	630	170	Luisa Fernanda
AGOSTO	25	7.45	No Aceptable	Presentes	37	28.5	14.50	0.40	0.09	7	25	0.07	11	0.12	3.82	0.24	4	8.60	1.400	300	190	Luisa Fernanda
SEPTIEMBRE	11	6.84	No Aceptable	Presentes	29	8.7	3.18	0.12	0.01	10	26	0.01	8	0.02	0.37	0.01	2	1.60	Incontable	4.920	70	Luisa Fernanda
OCTUBRE	3	6.86	No Aceptable	Presentes	24	4.7	3.69	0.11	0.02	6	20	0.04	8	0.04	0.53	0.13	2	1.20	Incontable	870	70	Luisa Fernanda
NOVIEMBRE	24	6.75	No Aceptable	Presentes	32	18.3	4.88	0.27	0.11	11	14	0.08	12	0.31	0.46	0.18	2	3.00	Incontable	170	100	Luisa Fernanda
DICIEMBRE	3	6.22	Aceptable	Presentes	32	13.2	3.55	0.19	0.05	11	27	0.06	12	0.33	0.39	0.16	8	1.40	Incontable	120	80	Luisa Fernanda
PROM. ANUAL		6.88	Aceptable	Presentes	29	11.4	3.86	0.18	0.05	9	19	0.08	6	0.11	1.04	0.12	3	1.83	1.655	698	115	Luisa Fernanda

☐

Según Decreto 1594 de 1984

☐

Referencia Resolución 2115 de 2007

Según Decreto 1594 de 1984
Referencia Resolución 2115 de 2007

Vo. Bo. COORDINADOR DE PLANTAS

CP-CC-PR28-R03

CONTROL DE CALIDAD AGUA CRUDA EN BOCATOMAS

Versión: 02

Fecha de Vigencia:
Mayo 08 de 2008

FUENTE DE ABASTECIMIENTO: LA HOYA

AÑO: 2009

PARAMETROS		pH	OLOR Y SABOR	SUSTANCIAS FLUOTANTES	CONDUCTIVIDAD	COLOR	TURBESDA	HIERRO	NITRITOS	ALCALINIDAD	DUREZA TOTAL	ALUMINIO	CLORUROS	AMONIO	FOSFATOS	MANGANESO	SULFATOS	NITRATOS	MESOFILOS	COLIFORMES	E.COLI	RESPONSABLE
UNIDADES					mS/cm	UPC	UNT	mg/l Fe	mg/l NO2	mg/l	mg/l	mg/l Al	mg/l Cl	mg/l NH4	mg/l PO4	mg/l Mn	mg/l SO4	mg/l NO3	UFC/100	UFC/100ml	UFC/100ml	
MES	DIA	5 - 9.0	Aceptable	Ausentes	<1000	75.00	< 2	0.30	1.00	200	300	0.20	250	1	0.50	0.10	400	10		20.000	20.000	
ENERO	8	6.59	No Aceptable	Presentes	23	7.5	1.12	0.14	0.03	11	19	0.04	7	0.39	0.53	0.15	2	0.00	Incontable	560	52	Luisa F
FEBRERO	11	6.92	No Aceptable	Presentes	23	5.5	1.05	0.05	0.00	8	18	0.02	7	0.15	0.55	0.13	2	3.96	Incontable	147	84	Luisa F
MARZO	18	6.78	No Aceptable	Presentes	25	13.5	2.02	0.20	0.09	15	16	0.06	6	0.46	0.61	0.15	2	6.00	Incontable	208	156	Luisa F
ABRIL	21	6.88	No Aceptable	Presentes	26	4.0	2.28	0.08	0.01	13	22	0.02	5	0.21	0.61	0.19	3	0.10	Incontable	318	58	Luisa F
MAYO	28	6.97	No Aceptable	Presentes	25	7.4	1.35	0.07	0.04	10	17	0.04	7	0.38	0.38	0.28	3	0.10	Incontable	204	96	Luisa F
JUNIO	3	7.08	No Aceptable	Presentes	26	9.8	2.51	0.19	0.07	16	28	0.04	10	0.30	0.72	0.33	2	6.40	Incontable	180	120	Luisa F
JULIO	14	6.99	No Aceptable	Presentes	11	3.4	0.32	0.02	11.00	11	0	0.01	11	0.06	0.63	0.20	5	0.11	Incontable	188	152	Luisa F
AGOSTO	13	6.71	No Aceptable	Presentes	27	9.8	3.01	0.09	0.00	11	16	0.00	9	0.00	0.54	0.25	2	0.00	Incontable	8	6	Luisa F
SEPTIEMBRE	10	7.01	No Aceptable	Presentes	31	14.0	3.45	0.17	0.02	10	13	0.00	14	0.00	0.70	0.18	5	0.00	Incontable	194	104	Luisa F
OCTUBRE	27	6.65	No Aceptable	Presentes	30	13.6	2.56	0.15	0.01	8	16	0.04	34	0.01	0.41	0.17	2	6.60	Incontable	100	16	Luisa F
NOVIEMBRE	25	7.14	No Aceptable	Presentes	29	7.8	2.50	0.13	0.01	8	10	0.01	10	0.08	1.00	0.24	2	0.10	Incontable	158	116	Luisa F
DICIEMBRE	30	6.91	No Aceptable	Presentes	25	8.3	1.68	0.16	0.01	10	18	0.01	16	0.01	0.75	0.22	2	4.90	Incontable	536	292	Luisa F
PROM. ANUAL		6.89	No Aceptable	Presentes	25	8.7	1.99	0.12	0.04	11	16	0.02	11	0.17	0.62	0.21	3	2.36	Incontable	233	104	

☐Segun Decreto 1594 de 1984

☐Referencia Resolución 2115 de 2007

Según Decreto 1594 de 1984
Referencia Resolución 2115 de 2007

Vo. Bo. COORDINADOR DE PLANTAS

				CP-CC-PR28-R03															Versión: 02					
Para Nuestra Gran Ciudad				CONTROL DE CALIDAD AGUA CRUDA EN BOCATOMAS																		Fecha de Vigencia: Mayo 08 de 2008		
FUENTE DE ABASTECIMIENTO: LA HOYA				AÑO: 2010																				
PARAMETROS		pH	OLOR Y SABOR	SUSTANCIAS FLUOTANTES	CONDUCTIVIDAD	COLOR	TURBIDIDAD	HIERRO	NITRITOS	ALCALINIDAD	DUREZA TOTAL	ALUMINIO	CLORUROS	AMONIO	FOSFATOS	MANGANESO	SULFATOS	NITRATOS	MESOFITOS	COLIFORMES	E. COLI	RESPONSABLE		
UNIDADES					mS/cm	UPC	UNT	mg/l Fe	mg/l NO2	mg/l	mg/l	mg/l Al	mg/l Cl	mg/l NH4	mg/l PO4	mg/l Mn	mg/l SO4	mg/l NO3	UFC/100ml	UFC/100ml	UFC/100ml			
MES	DIA	5	9.0	Aceptable	Ausentes	<100	75.00	≤2	0.30	1.00	200	300	0.20	250	1	0.50	0.10	400	10	20.000	20.300			
ENERO	27	7.01	No Aceptable	Presentes	28	21.6	1.89	0.19	0.04	11	24	0.03	26	0.08	0.61	0.09	9	1.8	INCONTABLES	INCONTABLES	INCONTABLES	Nasly L.		
FEBRERO	6	7.04	No Aceptable	Presentes	26	30.0	1.97	0.18	0.03	10	26	0.02	24	0.02	0.74	0.09	9	2.5	INCONTABLES	INCONTABLES	INCONTABLES	Sandra B.		
MARZO	11	7.00	No Aceptable	Presentes	27	3.6	1.89	0.17	0.03	12	22	0.05	26	0.19	0.65	0.39	6	0.0	INCONTABLES	INCONTABLES	INCONTABLES	Sandra B.		
ABRIL	12	7.06	No Aceptable	Presentes	24	3.9	1.99	0.18	0.03	10	24	0.02	24	0.04	0.64	0.26	9	2.5	INCONTABLES	INCONTABLES	INCONTABLES	Sandra B.		
MAYO	31	5.48	No Aceptable	Presentes	72	62.2	24.21	0.60	0.05	5	24	0.23	28	0.15	0.00	0.12	7	1.4	INCONTABLES	INCONTABLES	INCONTABLES	Sandra B.		
JUNIO	29	5.33	No Aceptable	Presentes	66	12.4	2.60	0.59	0.03	6	31	0.26	28	0.03	0.00	0.00	11	0.0	INCONTABLES	112	16	Sandra B.		
JULIO	30	6.90	No Aceptable	Presentes	34	10.6	2.41	0.23	0.04	6	24	0.22	26	0.04	0.05	0.00	10	0.0	INCONTABLES	110	20	Sandra B.		
AGOSTO	25	6.75	No Aceptable	Presentes	27	6.1	2.26	0.17	0.01	5	16	0.06	28	0.04	0.15	0.00	4	0.0	100	26	10	Sandra B.		
SEPTIEMBRE	28	7.00	No Aceptable	Presentes	48	38.6	19.08	0.11	0.02	6	18	0.09	26	0.03	0.05	0.00	6	0.0	INCONTABLES	INCONTABLES	INCONTABLES	Sandra B.		
OCTUBRE	20	6.97	No Aceptable	Presentes	28	7.9	3.02	0.12	0.03	9	14	0.02	20	0.07	0.15	0.00	3	0.0	100	21	20	Sandra B.		
NOVIEMBRE	30	6.38	No Aceptable	Presentes	39	57.6	33.82	0.43	0.06	6	22	0.19	23	0.14	0.19	0.44	4	1.6	INCONTABLES	76	7	Sandra B.		
DICIEMBRE	29	6.90	No Aceptable	Presentes	23	5.3	2.72	0.26	0.04	6	20	0.09	24	0.06	0.02	0.00	4	0.1	INCONTABLES	64	18	Sandra B.		
PROM ANUAL		6.65	No Acept	Presentes	37	21.7	8.16	0.29	0.03	8	22	0.11	25	0.07	0.27	0.12	7	0.83	INCONTABLES	68	15			
Segun Decreto 1594 de 1984 Referencia Resolución 2115 de 2007																								

☐ Según Decreto 1594 de 1984
☐ Referencia Resolución 2115 de 2007

 Para Una Gran Ciudad															CP-CC-PR28-R03															Versión: 02		
															CONTROL DE CALIDAD AGUA CRUDA EN BOCATOMAS															Fecha de Vigencia: Mayo 08 de 2008		
FUENTE DE ABASTECIMIENTO: LA HOYA															AÑO: 2011																	
PARAMETROS		pH	OLOR Y SABOR	SUSTANCIAS FLUOTANTES	CONDUCTIVIDAD	COLOR	TURBEDAD	HIERRO	NITRITOS	ALCALINIDAD	DUREZA TOTAL	ALUMINIO	CLORUROS	AMONIO	FOSFATOS	MANGANESO	SULFATOS	NITRATOS	MESOFILUS	COLIFORMES	E.COLI	RESPONSABLE										
UNIDADES					mS/cm	UPC	UNT	mg/l Fe	mg/l NO2	mg/l	mg/l	mg/l Al	mg/l Cl	mg/l NH4	mg/l PO4	mg/l Mn	mg/l SO4	mg/l NO3	UFC/100	UFC/100ml	UFC/100ml											
MES	DIA	5	9.0	Aceptable	Ausentes	<100	75.00	≤2	0.30	1.00	200	300	0.20	250	1	0.50	0.10	400	10	20.000	20.300											
ENERO	26	6.87	No Aceptable	Presentes	21	3.8	1.54	0.07	0.05	9	14	0.02	21	0.09	0.15	0.18	9	0.0	INCONTABLES	73	35	Sandra B.										
FEBRERO	28	7.32	No Aceptable	Presentes	25	8.1	3.10	0.16	0.03	8	12	0.04	25	0.07	0.19	0.08	3	0.1	INCONTABLES	34	12	Sandra B.										
MARZO	23	6.59	No Aceptable	Presentes	41	45.2	28.73	0.49	0.07	9	19	0.08	33	0.15	0.20	0.51	4	1.6	INCONTABLES	INCONTABLES	INCONTABLES	Sandra B.										
ABRIL	29	6.63	No Aceptable	Presentes	27	5.0	2.98	0.14	0.03	8	9	0.08	19	0.10	0.28	0.04	4	0.9	INCONTABLES	INCONTABLES	INCONTABLES	Sandra B.										
MAYO	25	6.73	No Aceptable	Presentes	27	9.0	2.08	0.18	0.02	7	14	0.05	22	0.06	0.21	0.22	3	0.8	INCONTABLES	120	42	Sandra B.										
JUNIO	23	6.80	No Aceptable	Presentes	23	12.5	1.94	0.14	0.01	6	19	0.04	9	0.18	0.23	0.09	2	0.3	9.215	166	122	Sandra B.										
JULIO	28	6.87	No Aceptable	Presentes	24	6.8	1.93	0.26	0.01	7	11	0.05	5	0.19	0.21	0.09	2	0.5	INCONTABLES	146	68	Sandra B.										
AGOSTO	24	6.96	No Aceptable	Presentes	26	11.6	2.57	0.18	0.03	8	11	0.02	11	0.00	0.19	0.05	2	0.0	INCONTABLES	80	40	Sandra B.										
SEPTIEMBRE	22	6.84	Aceptable	Presentes	23	5.4	1.44	0.10	0.02	8	13	0.04	17	0.01	0.20	0.01	2	0.3	150	69	56	Sandra B.										
OCTUBRE	25	6.63	Aceptable	Presentes	34	49.1	26.45	0.33	0.07	6	25	0.26	27	0.17	0.21	0.04	2	0.2	INCONTABLES	80	20	Sandra B.										
NOVIEMBRE	30	6.52	Aceptable	Presentes	30	32.1	11.45	1.00	0.08	6	21	0.09	21	0.11	0.23	0.09	3	0.4	INCONTABLES	INCONTABLES	INCONTABLES	Sandra B.										
DICIEMBRE	28	6.60	Aceptable	Presentes	32	31.4	10.11	1.10	0.08	6	20	0.04	22	0.10	0.20	0.04	3	0.4	INCONTABLES	INCONTABLES	INCONTABLES	Sandra B.										
PROM ANUAL		6.78	No Acept	Presentes	28	18.3	7.86	0.35	0.04	7	16	0.07	19	0.10	0.21	0.12	3	0.46	INCONTABLES	96	49	Sandra B.										

☐ Según Decreto 1594 de 1984
☐ Referencia Resolución 2115 de 2007

 CP-CC-PR28-R03 CONTROL DE CALIDAD AGUA CRUDA EN BOCATOMAS																	Versión: 02						
																	Fecha de Vigencia: Mayo 08 de 2008						
FUENTE DE ABASTECIMIENTO: LA HOYA																	AÑO: 2012						
PARÁMETROS		pH	OLOR Y SABOR	SUSTANCIAS FLOTANTES	CONDUCTIVIDAD	COLOR	TURBIDEZ	HIERRO	NITRITOS	ALCALINIDAD	DUREZA TOTAL	ALUMINIO	CLORURO	AMONIO	FOSFATOS	MANGANES	SULFATO	NITRATOS	MESOFILOS	COLIFORMES	E. COLI	RESPONSABLE	
UNIDADES					mS/cm	UPC	UNT	mg/l Fe	mg/l NO2	mg/l	mg/l	mg/l Al	mg/l Cl	mg/l NH4	mg/l PO4	mg/l Mn	mg/l SO4	mg/l NO3	UFC/100	UFC/100ml	UFC/100ml		
MES		DIA	5-9.0	Aceptable	Ausentes	≤1000	75.00	≤2	0.30	1.00	200	300	0.20	250	1	0.50	0.10	400	10	20.000	20.000	20.000	
ENERO		28	6.87	No Aceptable	Presentes	21	3.8	1.54	0.07	0.05	9	14	0.02	21	0.09	0.15	0.18	9	0.0	INCONTABLES	114	48	Carolina S.
FEBRERO		22	7.01	Aceptable	Presentes	22	4.1	1.57	0.09	0.01	9	7	0.00	25	0.03	0.20	0.12	3	0.1	INCONTABLES	299	54	Carolina S.
MARZO		29	6.89	Aceptable	Presentes	17	2.2	0.65	0.35	0.02	6	13	0.00	26	0.07	0.11	0.09	6	0.7	INCONTABLES	100	22	Carolina S.
ABRIL		18	6.99	Aceptable	Presentes	19	34.9	4.45	0.15	0.03	7	7	0.16	13	0.11	0.15	0.17	3	1.1	INCONTABLES	245	89	Carolina S.
MAYO		28	7.00	No Aceptable	Presentes	17	1.3	0.54	0.06	0.02	7	11	0.06	16	0.07	0.05	0.00	4	1.2	INCONTABLES	220	68	Carolina S.
JUNIO		29	6.80	No Aceptable	Presentes	23	6.7	1.94	0.14	0.02	6	19	0.04	9	0.12	0.09	0.09	2	0.3	INCONTABLES	260	134	Carolina S.
JULIO		19	6.89	Aceptable	Presentes	22	3.9	1.12	0.16	0.03	7	18	0.04	12	0.09	0.06	0.04	3	0.2	INCONTABLES	220	56	Carolina S.
AGOSTO		27	6.84	No Aceptable	Presentes	26	6.8	2.32	0.14	0.02	8	14	0.06	28	0.08	0.14	0.00	8	0.9	120	128	73	Carolina S.
SEPTIEMBRE		27	6.91	No Aceptable	Presentes	21	8.0	1.77	0.15	0.03	7	13	0.05	19	0.08	0.12	0.09	5	1.0	220	136	36	Carolina S.
OCTUBRE		30	6.88	No Aceptable	Presentes	26	5.1	2.23	0.14	0.04	9	13	0.00	3	0.04	0.20	0.02	2	1.2	INCONTABLES	820	120	Carolina S.
NOVIEMBRE		29	7.03	No Aceptable	Presentes	22	4.8	0.99	0.11	0.01	9	13	0.04	6	0.07	0.17	0.00	6	1.3	INCONTABLES	310	50	Carolina S.
DICIEMBRE		27	6.92	No Acept	Presentes	21	7.9	1.74	0.14	0.03	9	15	0.04	18	0.08	0.13	0.07	7	0.79	INCONTABLES	396	207	Carolina S.
PROM. ANUAL			6.92	No Acept	Presentes	21	7.5	1.74	0.14	0.03	8	13	0.04	16	0.08	0.13	0.07	5	0.73	INCONTABLES	271	80	Carolina S.
			Según Decreto 1594 de 1984 Referencia Resolución 2115 de 2007																				

☐ Según Decreto 1594 de 1984
☐ Referencia Resolución 2115 de 2007

				AA-PR01-R03 CONTROL DE CALIDAD AGUA CRUDA EN BOCATOMAS																			
FUENTE DE ABASTECIMIENTO: LA HOYA				AÑO: 2013										Según Decreto 1594 de 1984					Referencia Resolución 2115 de 2007				
PARAMETROS		pH	OLOR Y SABOR	SUSTANCIAS FLOTANTES	CONDUCTIVIDAD	COLOR	TURBEDAD	HIERRO	NITRITOS	ALCALINIDAD	DUREZA TOTAL	ALUMINO	CLORURO	AMONIO	FOSFATOS	MANGANESO	SULFATOS	NITRATOS	RESFLOS	COLIFORMES	E. COLI		
UNIDADES					mS/cm	UPC	UNT	mg/l Fe	mg/l NO2	mg/l	mg/l	mg/l Al	mg/l Cl	mg/l NH4	mg/l PO4	mg/l Mn	mg/l SO4	mg/l NO3	UFC/100	UFC/100ml	UFC/100ml		
MES	DIA	5-8.0	Aceptable	Ausentes	≤1000	75.00	≤2	0.30	1.00	200	300	0.20	250	1	0.50	0.10	400	10.0		20.000	20.000		
ENERO	30	7.98	Aceptable	Presentes	22	7.90	2.81	0.12	0.01	11	14	0.05	3	0.02	0.16	0.00	2	1.0	Incontable	301	2		
FEBRERO	26	7.21	Aceptable	Presentes	25	5.60	1.81	0.13	0.01	12	12	0.02	0	0.02	0.14	0.00	2	1.3	150	80	70		
MARZO	19	7.15	Aceptable	Presentes	26	7.1	2.15	0.11	0.01	8	9	0.00	2	0.02	0.19	0.00	2	0.9	650	250	0		
ABRIL	16	7.11	Aceptable	Presentes	31	8.0	1.77	0.08	0.01	9	14	0.02	2	0.06	0.17	0.05	2	1.0	Incontable	320	30		
MAYO	30	6.78	Aceptable	Presentes	28	11.9	4.51	0.11	0.01	7	19	0.02	1	0.05	0.13	0.03	1	0.0	Incontable	156	53		
JUNIO	26	7.00	Aceptable	Presentes	26	9.6	3.12	0.10	0.02	7	18	0.02	2	0.04	0.12	0.04	3	0.1	Incontable	Incontable	46		
JULIO	31	7.00	Aceptable	Presentes	26	6.5	1.72	0.07	0.02	10	18	0.00	3	0.01	0.19	0.00	5	0.1	Incontable	Incontable	60		
AGOSTO	29	7.19	Aceptable	Presentes	28	13.9	5.21	0.21	0.00	9	18	0.05	3	0.04	0.19	0.02	3	0.2	1180	180	130		
SEPTIEMBRE	24	7.24	Aceptable	Presentes	27	8.3	6.31	0.15	0.01	8	16	0.00	0	0.03	0.11	0.01	3	0.0	Incontable	70	20		
OCTUBRE	22	7.04	Aceptable	Presentes	23	3.5	1.08	0.14	0.01	8	14	0.05	2	0.01	0.20	0.01	2	0.4	160	60	50		
NOVIEMBRE	28	7.04	Aceptable	Presentes	30	31.1	13.28	0.45	0.09	6	19	0.14	4	0.11	0.19	0.41	4	2.4	Incontable	500	70		
DICIEMBRE	18	7.18	Aceptable	Presentes	24	3.1	1.56	0.06	0.00	9	14	0.02	3	0.00	0.08	0.00	2	0.0	240	130	80		
PROM ANUAL		7.16	Aceptable	Presentes	26	9.7	3.78	0.14	0.02	9	15	0.03	2	0.03	0.16	0.06	3	0.6	476	205	50.92		
Versión: 03 DEL 28 DE MARZO DE 2012																							

VERSION: 03 DEL 28 DE MARZO DE 2012

				AA-PR01-R03 CONTROL DE CALIDAD AGUA CRUDA EN BOCATOMAS																		
FUENTE DE ABASTECIMIENTO: ARTEZA				AÑO: 2014				☐ Según Decreto 1594 de 1984										☐ Referencia Resolución 2115 de 2007				
PARAMETROS		pH	OLOR Y SABOR	SUSTANCIAS FLUOTANTES	CONDUCTIVO AG	COLOR	TURBIDEDAD	HIERRO	NITRITOS	ALCALINIDAD	DUREZA TOTAL	ALUMINIO	CLORURO	AMONIO	FOSFATOS	MANGANESO	SULFATOS	NITRATOS	MESOFILOS	COLIFORMES	E COLI	RESPONSABLE
UNIDADES					nd/cm	UPC	UNT	mg/l Fe	mg/l NO3	mg/l	mg/l	mg/l Al	mg/l Cl	mg/l NH4	mg/l PO4	mg/l Mn	mg/l SO4	mg/l NO3	UFC/100	UFC/100ml	UFC/100ml	
MES	DIA	5-9.0	Aceptable	Adecuado	≤1000	75.00	≤2	0.30	1.00	200	300	0.20	250	1	0.50	0.10	400	10.0		20000	20.000	
ENERO	22	7.04	NO ACEPTABLE	PRESENTES	328	28.0	7.77	1.22	0.00	9	14	0.03	82	0.01	0.00	0.00	4	0.3	NCONTABLE	NCONTABLE	220	Carolina S.
FEBRERO	27	6.88	NO ACEPTABLE	PRESENTES	863	35.4	22.75	1.66	0.01	17	26	0.08	246	0.14	0.06	0.25	14	0.0	NCONTABLE	NCONTABLE	40	Carolina S.
MARZO	31	6.71	NO ACEPTABLE	PRESENTES	153	33.4	8.79	0.93	0.00	11	10	0.05	46	0.00	0.00	0.04	17	0.1	NCONTABLE	NCONTABLE	NCONTABLE	Carolina S.
ABRIL	30	6.90	NO ACEPTABLE	PRESENTES	1251	23.2	6.26	1.40	0.00	20	32	0.02	348	0.10	<0.03	<0.25	18	0.0	NCONTABLE	3060	180	Carolina S.
MAYO	28	7.03	NO ACEPTABLE	PRESENTES	169	33.7	10.71	1.50	0.01	8	16	0.15	30	0.03	0.01	<0.25	19	<1.0	NCONTABLE	NCONTABLE	NCONTABLE	Carolina S.
JUNIO	19	6.83	NO ACEPTABLE	PRESENTES	97	62.3	24.24	1.26	0.03	5	9	0.04	16	0.11	0.14	0.43	9	0.2	NCONTABLE	NCONTABLE	NCONTABLE	Carolina S.
JULIO	31	6.90	NO ACEPTABLE	PRESENTES	120	26.3	5.38	0.77	0.01	5	11		30	0.08	0.15	<0.30	21	<1.0	4.160	2730	730	Carolina S.
AGOSTO	28	7.15	NO ACEPTABLE	PRESENTES	110	20.9	9.52	0.66	0.01	5	17	0.00	32	0.04	0.19	<0.50	14	0.7	NCONTABLE	NCONTABLE	NCONTABLE	Carolina S.
SEPTIEMBRE	29	6.70	NO ACEPTABLE	PRESENTES	3	13.9	3.42	2.53	<0.02	30	87	0.00	822	0.04	0.04	0.30	25	0.8	NCONTABLE	300	30	Carolina S.
OCTUBRE	30	6.67	NO ACEPTABLE	PRESENTES	412	24.0	7.13	1.01	0.01	10	33	0.00	122	0.04	0.07	<0.50	21	<1.0	NCONTABLE	NCONTABLE	150	Carolina S.
NOVIEMBRE	20	6.82	NO ACEPTABLE	PRESENTES	359	22.5	5.19	0.85	<0.02	8	26	0.00	99	<0.05	0.03	<0.50	20	0.7	NCONTABLE	NCONTABLE	16	Carolina S.
DIEMBRE	30	7.09	NO ACEPTABLE	PRESENTES	19	2.6	0.66	0.05	<0.02	8	12	0.00	1	0.00	0.07	<0.50	13	0.6	NCONTABLE	NCONTABLE	NCONTABLE	Carolina S.
PROMEDIO		6.89	NO ACEPTABLE	PRESENTES	324	27.9	9.32	1.16	0.01	11	24	0	156	0.05	0.07	0.20	16	0.4	4160	2030	195.1428571	Carolina S.
VERSIÓN: 03 DEL 28 DE MARZO DE 2012																						

VERSION: 03 DEL 28 DE MARZO DE 2012

				AA-PR01-R03 CONTROL DE CALIDAD AGUA CRUDA EN BOCATOMAS																		
FUENTE DE ABASTECIMIENTO: LA HOYA				AÑO: 2015				☐ Según Decreto 1594 de 1984								☐ Referencia Resolución 2115 de 2007						
PARAMETROS		pH	OLOR Y SABOR	SUSTANCIAS FLUOTANTES	CONDUCTIVIDAD	COLOR	TURBIDIDAD	HIERRO	NITROGENO	ALCALINIDAD	DUREZA TOTAL	ALUMINIO	CLORURO	AMONIO	FOSFATOS	MANGANESO	SULFATOS	NITRATOS	RESORFINOS	COLOFORMES	E.COLI	RESPONSABLE
UNIDADES					nd/cm	UPC	UNT	mg/l Fe	mg/l NO2	mg/l	mg/l	mg/l Al	mg/l Cl	mg/l NH4	mg/l PO4	mg/l Sn	mg/l SO4	mg/l NO3	UFC/100	UFC/100ml	UFC/100ml	
MES	DÍA	5-9.0	Aceptable	Aceptable	≤1000	75.00	≤2	0.30	1.00	200	300	0.20	250	1	0.50	0.10	400	10	20.000	20.000		
ENERO	29	7.00	NO ACEPTABLE	PRESENTES	23	6.1	2.44	0.13	0.01	9	22	0.00	14	<0.05	0.19	<0.50	15	0.50	INCONTABLE	350	50	Carolina S.
FEBRERO	26	6.80	NO ACEPTABLE	PRESENTES	24	5.7	2.16	0.12	0.02	9	30	0.00	11	0.05	0.20	<0.50	14	0.90	INCONTABLE	600	350	Carolina S.
MARZO	26	6.64	NO ACEPTABLE	PRESENTES	26	17.7	7.11	0.18	0.02	9	33	0.00	10	0.09	0.19	<0.50	16	1.60	360	110	45	Carolina S.
ABRIL	28	7.22	NO ACEPTABLE	PRESENTES	19	2.9	0.88	0.10	<0.02	8	25	0.00	22	0.04	0.11	<0.50	23	2.10	INCONTABLE	530	210	Carolina S.
MAYO	26	7.06	NO ACEPTABLE	PRESENTES	19	2.1	1.75	0.05	0.01	5	7	<0.10	1	<0.05	<0.05	17.00	<1.0	<1.0	220	220	160	Carolina S.
JUNIO	30	7.04	NO ACEPTABLE	PRESENTES	29	24.1	6.79	0.24	<0.02	7	36	<0.10	16	<0.05	0.13	<0.50	19	<1.0	INCONTABLE	620	60	Carolina S.
JULIO	28	6.80	NO ACEPTABLE	PRESENTES	27	15.8	5.55	0.18	0.02	7	22	0.00	14	0.00	0.15	<0.50	18	<1.0	INCONTABLE	2.680	140	Carolina S.

VERSION: 03 DEL 28 DE MARZO DE 2012

Anexo B: Fichas prediales

PREDIO N° 1				
CÓDIGO CATASTRAL	80177		NOMBRE DEL PREDIO	Esperanza
USUARIO	Javier NevalCastillo		VEREDA	Ventelarga.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	latitud	longitud	ÁREA (m ²)	18150
	5° 4' 53.46" N 74° 3' 62.9" O		ELEVACIÓN	3226
PREDIO HABITADO	Si	N° DE HABITANTES	4	
USO DE AGROQUIMICOS	Si	N° TRABAJADORES	2.	
USO ACTUAL DEL SUELO: Agricultura.				
Cultivo	Papa		Tipo de Ganado y Raza	—
Clase	Papa pastusa		N° de ganado en el predio	—
Agroquímico utilizados	Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Fertilizantes
	—	X	X	X
Productos	—	Monitos Proficol	Dithane	Nitrato de Potasio
Objetivo biológico	—	Pulgilla	Gota de la papa	Madurar Papa.
Frecuencia	—	En la Siembra Cultivo	15 días	20 días
Dosis	—	200 cm ³ rod de Agua	5 kg/15 CL de Agua	0.5 kg/15 CL de Agua
OBSERVACIONES	* Predio habitado familia Tricargador * La casa se encuentra a 50 m de la quebrada * La vivienda cuenta con un pozo séptico * El cultivo ocupa un 80% del predio y tiene poca cobertura vegetal * Cultivo Poximo a la quebrada * las Actividades agrícolas no son realizadas diariamente			

Fuente: Los autores.

PREDIO N° 2				
CÓDIGO CATASTRAL	80095		NOMBRE DEL PREDIO	Buena Vista.
USUARIO	Fabio Garcia		VEREDA	Nataloga.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	latitud	longitud	ÁREA (m ²)	31200
	5°4'49.53"N	74°3'18.43"O	ELEVACIÓN	3070
PREDIO HABITADO	No	N° DE HABITANTES	0	
USO DE AGROQUIMICOS	Si	N° TRABAJADORES	3.	
USO ACTUAL DEL SUELO: Ganaderia.				
Cultivo	—		Tipo de Ganado y Raza	Lechero, raza Holstein
Clase	—		N° de ganado en el predio	6.
Agroquímico utilizados	Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Fertilizantes
	—	X	—	—
Productos	—	Lorsban (444)	—	—
Objetivo biológico	—	Control de pastos	—	—
Frecuencia	—	Periodo de reentrada del Gan	—	—
Dosis	—	400g/L de Agua	—	—
OBSERVACIONES	* Visualmente Se reflejan efectos del Picoteo del Ganado. * No hay Pastoreo de rotacion pudiendo haber Compactación del Suelo.			

Fuente: Los autores.

PREDIO N° 3				
CÓDIGO CATASTRAL	80155.		NOMBRE DEL PREDIO	Pecuerdo
USUARIO	Andrés Neire Rodríguez		VEREDA	Verdealarga.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	latitud	longitud	ÁREA (m ²)	19800
	5°45'43"N 74°3'12.96"O		ELEVACIÓN	3090
PREDIO HABITADO	Si	N° DE HABITANTES	5	
USO DE AGROQUIMICOS	Si	N° TRABAJADORES	2.	
USO ACTUAL DEL SUELO: Agricultura				
Cultivo	Papa.		Tipo de Ganado y Raza	—
Clase	Papa Criolla		N° de ganado en el predio	—
Agroquímico utilizados	Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Fertilizantes
	X	X	X	X
Productos	Cerillo	Monitor Profinal	Pythane	Nitro de Potasio
Objetivo biológico	Control Maleza	Pulgilla.	Gota de la papa	madura papa.
Frecuencia	Aplicado en Pre-Sembrado	En la Siembra del cultivo	15 días	20 días
Dosis	0.2 Kg/Litro	200 ml de Agua	1 Kg/60 l de Agua	0.5 Kg/60 l de Agua
OBSERVACIONES	* El predio está habitado con una vivienda a 60m de la Quebrada. * El cultivo ocupa un 80% del predio y poca cobertura vegetal. * El cultivo está próximo a la quebrada. * Los Trabajadores del predio no usan elementos de Protección personal.			

Fuente: Los autores.

PREDIO N° 4				
CÓDIGO CATASTRAL	80181		NOMBRE DEL PREDIO	MONTAÑO
USUARIO			VEREDA	Natalongo.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	latitud	longitud	ÁREA (m²)	16500
	5°4'53.29"N	74°2'53.69"O	ELEVACIÓN	3201
PREDIO HABITADO	Si	N° DE HABITANTES	5	
USO DE AGROQUIMICOS	Si	N° TRABAJADORES	2	
USO ACTUAL DEL SUELO: Agricultura				
Cultivo	Papa		Tipo de Ganado y Raza	—
Clase	Papa Criolla		N° de ganado en el predio	—
Agroquímico utilizados	Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Fertilizantes
	X	X	X	X
Productos	Cerillo	Monitor Profinal	Dithone	Nitrato de Potasio
Objetivo biológico	Control de maleza.	Pulgilla.	Gota de la Papa.	madurar papa.
Frecuencia	Aplicado en Re-Siembra	En la siembra del cultivo	15 días	20 días
Dosis	0.2 kg/14m	200 cm³/200 L de Agua.	3 kg/15 Gl de Agua	0.5 kg/15 Gl de Agua
OBSERVACIONES	* El cultivo ocupa un 80% del predio y hay poca cobertura vegetal. * El cultivo está muy próximo a la quebrada. * Los Trabajadores del predio no usan elementos de protección personal.			

Fuente: Los autores.

PREDIO N° 5				
CÓDIGO CATASTRAL	80157		NOMBRE DEL PREDIO	Cerro del Águila
USUARIO			VEREDA	Nentalarga.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	latitud	longitud	ÁREA (m ²)	26400
	5°4'44.06"N 74°2'46.86"W		ELEVACIÓN	3321
PREDIO HABITADO	No	N° DE HABITANTES	0	
USO DE AGROQUIMICOS	Si	N° TRABAJADORES	2	
USO ACTUAL DEL SUELO: Agricultura.				
Cultivo	Papa		Tipo de Ganado y Raza	—
Clase	Papa Criolla		N° de ganado en el predio	—
Agroquímico utilizados	Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Fertilizantes
	X	X	X	X
Productos	Cerillo	Monitor Proflor	Dithane.	Nitrato de Potasio
Objetivo biológico	Control de malezas	Pulgilla	Gota de la papa	Maduros Papa.
Frecuencia	Aplicado en pre-siembra	En la siembra del cultivo	15 días	29 días
Dosis	0.2 kg/LHa	200 ml/200 de agua.	1 kg/156 l de Agua.	0.5 kg/156 l de Agua.
OBSERVACIONES	* El cultivo ocupa un 80% del Predio y hay poca Cobertura Vegetal. * El cultivo está muy proximo a la quebrada. * Los Trabajadores del predio no usan elementos de protección personal.			

Fuente: Los autores.

PREDIO N° 6				
CÓDIGO CATASTRAL	80186		NOMBRE DEL PREDIO	CLT mira Flores
USUARIO	Jorge García Irujo		VEREDA	Ventaburga.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	latitud	longitud	ÁREA (m ²)	74200
	5°4'48.32"N	74°2'39.57"O	ELEVACIÓN	3316
PREDIO HABITADO	No	N° DE HABITANTES	0	
USO DE AGROQUIMICOS	Si	N° TRABAJADORES	3	
USO ACTUAL DEL SUELO: Ganadero.				
Cultivo	—		Tipo de Ganado y Raza	Lechero 1978 Holstein
Clase	—		N° de ganado en el predio	15
Agroquímico utilizados	Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Fertilizantes
	—	X	—	X
Productos	—	Lorsban (2L/ha)	—	Nutrimon Urea G.
Objetivo biológico	—	Chinche de Pastos	—	Mejoras Suelos
Frecuencia	—	Periodo reentrada Ganado	—	Periodo de reentrada Ganado
Dosis	—	480g/L de Agua.	—	1bulto de 25kg / 56l de agua.
OBSERVACIONES	* Actividad ganadera proxima a la quebrada † Visualmente el predio refleja efectos de pisoteo del ganado ‡ No hay pastoreo de rotación por lo cual puede haber compactación del suelo.			

Fuente: Los autores.

PREDIO N° 7				
CÓDIGO CATASTRAL	90165		NOMBRE DEL PREDIO	La hoja Chiquita.
USUARIO	Zipaquita		VEREDA	Paramo de Guerrero
COORDENADAS GEOGRAFICAS	latitud	longitud	ÁREA (m²)	81.000
	5°55.54"N	74°2'35.85"O	ELEVACIÓN	3391
PREDIO HABITADO	No	N° DE HABITANTES	0	
USO DE AGROQUIMICOS	No	N° TRABAJADORES	0	
USO ACTUAL DEL SUELO: Ninguno				
Cultivo	—		Tipo de Ganado y Raza	—
Clase	—		N° de ganado en el predio	—
Agroquímico utilizados	Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Fertilizantes
	—	—	—	—
Productos	—	—	—	—
Objetivo biológico	—	—	—	—
Frecuencia	—	—	—	—
Dosis	—	—	—	—
OBSERVACIONES	* El municipio de Zipaquita es propietario del predio * El predio no realiza actividad económica.			

Fuente: Los autores.

PREDIO N° 8				
CÓDIGO CATASTRAL	90101.		NOMBRE DEL PREDIO	La Hoya.
USUARIO	Fernando Romero		VEREDA	Paranode Guerrero
COORDENADAS GEOGRAFICAS	latitud	longitud	ÁREA (m²)	71600
	5°3'29.5"N	74°2'56.17"O	ELEVACIÓN	3192
PREDIO HABITADO	No	N° DE HABITANTES	0	
USO DE AGROQUIMICOS	Si	N° TRABAJADORES	3.	
USO ACTUAL DEL SUELO: Ganaderia.				
Cultivo	—		Tipo de Ganado y Raza	Doble proposito raza normand y holstein
Clase	—		N° de ganado en el predio	12.
Agroquímico utilizados	Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Fertilizantes
	—	X	—	—
Productos	—	Karaté 200 (1 L/ha)	—	—
Objetivo biológico	—	Chinche de los Pastos	—	—
Frecuencia	—	Periodo de entada ganado	—	—
Dosis	—	480g/L de agua.	—	—
OBSERVACIONES	* El Ganado ocupa aproximadamente el 50% del total del predio * El predio cuenta con alta cobertura vegetal * El ganado es utilizado como productor de leche y terneros para carne.			

Fuente: Los autores.

PREDIO N° 9				
CÓDIGO CATASTRAL	90100		NOMBRE DEL PREDIO	Castina
USUARIO	Noli Ramirez Burgos.		VEREDA	Parano de Cuellero
COORDENADAS GEOGRAFICAS	latitud	longitud	ÁREA (m ²)	78600
	5°45'4.41"N	74°3'15.08"O	ELEVACIÓN	3102
PREDIO HABITADO	No	N° DE HABITANTES	0	
USO DE AGROQUIMICOS	Si	N° TRABAJADORES	4	
USO ACTUAL DEL SUELO: Ganaderia.				
Cultivo	—		Tipo de Ganado y Raza	Doble proposito
Clase	—		N° de ganado en el predio	18
Agroquímico utilizados	Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Fertilizantes
	x	x	—	—
Productos	Combition	Loisban (1 l/ha)	—	—
Objetivo biológico	Malezas herbaceas	Chinche de los pastos	—	—
Frecuencia	Periodo pastoreo ganado	Periodo sembrado ganado	—	—
Dosis	0,2 l/ha	500 g/L de agua	—	—
OBSERVACIONES	* La Actividad ganadera .ocupa aproximadamente un 80% del predio * No hay pastoreo de rotacion * Se identifican zonas del predio en el que no se respeta el cauce de la fuente de abastecimiento.			

Fuente: Los autores.

PREDIO N° 10				
CÓDIGO CATASTRAL	80178		NOMBRE DEL PREDIO	La Fuente.
USUARIO	Asociación de Usuarios		VEREDA	Verdejo.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	latitud	longitud	ÁREA (m ²)	8200
	5°45'28" N	74°3'0.19" O	ELEVACIÓN	3150
PREDIO HABITADO	No	N° DE HABITANTES	0	
USO DE AGROQUIMICOS	No	N° TRABAJADORES	0	
USO ACTUAL DEL SUELO: Ninguno				
Cultivo	—		Tipo de Ganado y Raza	—
Clase	—		N° de ganado en el predio	—
Agroquímico utilizados	Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Fertilizantes
	—	—	—	—
Productos	—	—	—	—
Objetivo biológico	—	—	—	—
Frecuencia	—	—	—	—
Dosis	—	—	—	—
OBSERVACIONES	El predio actualmente se usa como camino rural para el acceso a la bocanera San Jorge.			

Fuente: Los autores.

PREDIO N° 11.				
CÓDIGO CATASTRAL	80198		NOMBRE DEL PREDIO	Vertanes
USUARIO	Jorge García		VEREDA	Vertalaga.
COORDENADAS GEOGRAFICAS	latitud	longitud	ÁREA (m²)	84600
	5°44'5.62"N 74°28'22"O		ELEVACIÓN	3416
PREDIO HABITADO	No	N° DE HABITANTES	0	
USO DE AGROQUIMICOS	Si	N° TRABAJADORES	2.	
USO ACTUAL DEL SUELO: Ganadería.				
Cultivo	—		Tipo de Ganado y Raza	Lechero, 192m Holstein
Clase	—		N° de ganado en el predio	8
Agroquímico utilizados	Herbicidas	Insecticidas	Fungicidas	Fertilizantes
	—	x	—	—
Productos	—	Karate Zeon (1.5 Ha)	—	—
Objetivo biológico	—	Control de Plagas	—	—
Frecuencia	—	Periodo de Recambio de Ganado	—	—
Dosis	—	400g/ha de agua.	—	—
OBSERVACIONES	* La actividad económica se realiza en una extensión del predio * Aproximadamente el 90% del predio tiene Cobertura vegetal.			

Fuente: Los autores.

Anexo C: tablas de evaluación de riesgo

▪ Evaluación del riesgo predio No 2

Código Catastral: 80095		Predio No: 2	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Viviendas (pozos sépticos)	Microbiológico	1	1	1	Bajo	El predio no está habitado por lo que la vivienda no es un factor de riesgo a la calidad del agua de la quebrada
Almacenamiento de Agroquímicos	Químico	2	4	8	Medio	La cantidad de agroquímico que se utiliza es muy baja.
Disposición de los envases y empaques de los productos químicos.	Físico	1	4	4	Bajo	La frecuencia con que se utilizan los agroquímicos es muy baja.
Aplicación de plaguicidas.	Químico	3	4	12	Alto	La aplicación de plaguicidas es frecuente, ya que se da en los periodos de reentrada del ganado
Aplicación de fertilizantes	Químico	1	1	1	Bajo	No se usan fertilizantes.
Aplicación de Fungicidas	Químico	1	1	1	Bajo	No se usan fungicidas.
Aplicación de Herbicidas	Químico	2	4	8	Medio	Los herbicidas son aplicados en la pre-siembra del cultivo es por eso que se utilizan de 3 a 4 veces por año.

Código Catastral: 80095		Predio No: 2	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Arado y surcado de la tierra	Físico	1	1	1	Bajo	No hay actividad agrícola
Sobrepastoreo del Ganado	Microbiológico	5	3	15	Alto	No hay una buena rotación de los pastizales, por lo que existe un suelo con alto pisoteo.
Promedio del nivel del riesgo en el predio				6	Medio	El predio No 2 posee un nivel de riesgo Medio y Puede ser un factor de riesgo a la calidad del agua.

Fuente: Los autores.

▪ **Evaluación del riesgo predio No 3**

Código Catastral: 80155	Predio No: 3	Uso del suelo del predio	Observaciones
-------------------------	--------------	--------------------------	---------------

			Agrícola	Ganadero	Ninguno	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Viviendas (pozos sépticos)	Microbiológico	2	5	10	Alto	El predio cuenta con una vivienda a 60m de la quebrada y no es tan probable que las descargas del pozo lleguen a la quebrada.
Almacenamiento de Agroquímicos	Químico	2	4	8	Medio	Es improbable que se realice un derrame por el almacenamiento de los agroquímicos ya que se realiza en un lugar cerrado y lejos de la fuente.
Disposición de los envases y empaques de los productos químicos.	Físico	2	4	8	Medio	Las actividades de aplicación de los productos químicos no se realicen técnicamente por lo que la probabilidad de que se los envases no tengan una adecuada disposición final es moderada.
Aplicación de plaguicidas.	Químico	3	4	12	Alto	En el predio se cultiva papa en tres temporadas del año y se le aplica MONITOR PROFICOL en la siembra de cada una de estas.
Aplicación de fertilizantes	Químico	3	4	12	Alto	Se aplica Nitrato de potasio para fertilizar el cultivo cada 20 a 30 días.
Aplicación de Fungicidas	Químico	4	4	16	Muy Alto	Con el fin de combatir los hongos en el cultivo se aplica DITHANE cada 10 a 15 días.

Código Catastral: 80155		Predio No: 3	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Aplicación de Herbicidas	Químico	2	4	8	Medio	Los herbicidas son aplicados en la pre-siembra del cultivo es por eso que se utilizan de 3 a 4 veces por año.
Arado y surcado de la tierra	Físico	3	4	12	Alto	Se realizan tres arados y surcados por año en el cultivo, esta actividad aumenta la sedimentación en el agua.
Sobrepastoreo del Ganado	Microbiológico	1	1	1	Bajo	No hay actividad ganadera por lo que este evento no afecta la calidad del agua
Promedio del nivel del riesgo en el predio				10	Alto	El predio No 3 posee un nivel de riesgo Alto y Puede ser un principal factor de riesgo a la calidad del agua.

Fuente: Los autores.

▪ Evaluación del riesgo predio No 4

Código Catastral: 80181	Predio No: 4	Uso del suelo del predio			Observaciones
		Agrícola	Ganadero	Ninguno	

Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Viviendas (pozos sépticos)	Microbiológico	2	5	10	Alto	El predio cuenta con una vivienda a 60m de la quebrada y no es tan probable que las descargas del pozo lleguen a la quebrada.
Almacenamiento de Agroquímicos	Químico	2	4	8	Medio	Es improbable que se realice un derrame por el almacenamiento de los agroquímicos ya que se realiza en un lugar cerrado y lejos de la fuente.
Disposición de los envases y empaques de los productos químicos.	Físico	2	4	8	Medio	Las actividades de aplicación de los productos químicos no se realicen técnicamente por lo que la probabilidad de que se los envases no tengan una adecuada disposición final es moderada.
Aplicación de plaguicidas.	Químico	3	4	12	Alto	En el predio se cultiva papa en tres temporadas del año y se le aplica MONITOR PROFICOL en la siembra de cada una de estas.
Aplicación de fertilizantes	Químico	3	4	12	Alto	Se aplica Nitrato de potasio para fertilizar el cultivo cada 20 a 30 días
Aplicación de Fungicidas	Químico	4	4	16	Muy Alto	Con el fin de combatir los hongos en el cultivo se aplica DITHANE cada 10 a 15 días.

Código Catastral: 80181		Predio No: 4	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Aplicación de Herbicidas	Químico	2	4	8	Medio	Los herbicidas son aplicados en la pre-siembra del cultivo es por eso que se utilizan de 3 a 4 veces por año.
Arado y surcado de la tierra	Físico	3	4	12	Alto	Se realizan tres arados y surcados por año en el cultivo, esta actividad aumenta la sedimentación en el agua.
Sobrepastoreo del Ganado	Microbiológico	1	1	1	Bajo	No hay actividad ganadera por lo que este evento no afecta la calidad del agua
Promedio del nivel del riesgo en el predio				10	Alto	El predio No 4 posee un nivel de riesgo Alto y Puede ser un principal factor de riesgo a la calidad del agua.

Fuente: Los autores.

▪ Evaluación del riesgo predio No 5

Código Catastral: 80157		Predio No: 5	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Viviendas (pozos sépticos)	Microbiológico	1	1	1	Bajo	De los predios en que su actividad económica es agricultura es el único que no está habitado
Almacenamiento de Agroquímicos	Químico	2	4	8	Medio	Es improbable que se realice un derrame por el almacenamiento de los agroquímicos ya que se realiza en un lugar cerrado y lejos de la fuente.
Disposición de los envases y empaques de los productos químicos.	Físico	2	4	8	Alto	Las actividades de aplicación de los productos químicos no se realicen técnicamente por lo que la probabilidad de que se los envases no tengan una adecuada disposición final es moderada.
Aplicación de plaguicidas.	Químico	3	4	12	Alto	En el predio se cultiva papa en tres temporadas del año y se le aplica MONITOR PROFICOL en la siembra de cada una de estas.
Aplicación de fertilizantes	Químico	3	4	12	Alto	Se aplica Nitrato de potasio para fertilizar el cultivo cada 20 a 30 días

Código Catastral: 80157		Predio No: 5	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Aplicación de Fungicidas	Químico	4	4	16	Muy Alto	
Aplicación de Herbicidas	Químico	2	4	8	Medio	Los herbicidas son aplicados en la pre-siembra del cultivo es por eso que se utilizan de 3 a 4 veces por año.
Arado y surcado de la tierra	Físico	3	4	12	Alto	Se realizan tres arados y surcados por año en el cultivo, esta actividad aumenta la sedimentación en el agua.
Sobrepastoreo del Ganado	Microbiológico	1	1	1	Bajo	No existe actividad ganadera
Promedio del nivel del riesgo en el predio				9	Medio	El predio No 5 posee un nivel de riesgo Medio y Puede ser factor de riesgo a la calidad del agua.

Fuente: Los autores.

▪ Evaluación del riesgo predio No 6

Código Catastral: 80186		Predio No: 6	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Viviendas (pozos sépticos)	Microbiológico	1	1	1	Bajo	El predio no está habitado
Almacenamiento de Agroquímicos	Químico	2	4	8	Medio	Hay almacenamiento de plaguicidas ya que es el único agroquímico utilizado en el predio
Disposición de los envases y empaques de los productos químicos.	Físico	2	4	8	Medio	aunque la actividad económica no se realiza técnicamente, se hace una adecuada disposición de los envases
Aplicación de plaguicidas.	Químico	3	4	12	Alto	Hay aplicación de insecticidas
Aplicación de fertilizantes	Químico	3	3	9	Medio	Hay aplicación de fertilizantes en los periodos de descanso del terreno
Aplicación de Fungicidas	Químico	1	1	1	Bajo	no hay aplicación de Fungicidas
Aplicación de Herbicidas	Químico	1	1	1	Bajo	no hay aplicación de herbicidas

Código Catastral: 80186		Predio No: 6	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Arado y surcado de la tierra	Físico	1	1	1	Bajo	no hay actividades agrícolas en el predio
Sobrepastoreo del Ganado	Microbiológico	3	4	12	Alto	no existe una buena rotación del pasto y puede existir compactación del suelo y por ende un mala infiltración del agua
Promedio del nivel del riesgo en el predio				6	Medio	el nivel del riesgo es medio, lo que nos muestra que no es un factor de riesgo de gran importancia

Fuente: Los autores.

▪ Evaluación del riesgo predio No 7

Código Catastral: 90155		Predio No: 7	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno:	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Viviendas (pozos sépticos)	Microbiológico	1	1	1	Bajo	El predio pertenece al municipio. Por lo que no se hace ninguna actividad económica, ya que en el POT está declarado como zona de protección rural.
Almacenamiento de Agroquímicos	Químico	1	1	1	Bajo	
Disposición de los envases y empaques de los productos químicos.	Físico	1	1	1	Bajo	
Aplicación de plaguicidas.	Químico	1	1	1	Bajo	
Aplicación de fertilizantes	Químico	1	1	1	Bajo	
Aplicación de Fungicidas	Químico	1	1	1	Bajo	
Aplicación de Herbicidas	Químico	1	1	1	Bajo	
Arado y surcado de la tierra	Físico	1	1	1	Bajo	
Sobrepastoreo del Ganado	Microbiológico	1	1	1	Bajo	
Promedio del nivel del riesgo en el predio				1	Bajo	

Fuente: Los autores

▪ Evaluación del riesgo predio No 8

Código Catastral: 90101		Predio No: 8	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno:	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Viviendas (pozos sépticos)	Microbiológico	1	1	1	Bajo	No hay viviendas en el predio
Almacenamiento de Agroquímicos	Químico	2	4	8	Medio	La cantidad de agroquímico que se utiliza es muy baja.
Disposición de los envases y empaques de los productos químicos.	Físico	1	4	4	Bajo	La frecuencia con que se utilizan los agroquímicos es muy baja.
Aplicación de plaguicidas.	Químico	3	4	12	Alto	la aplicación de plaguicidas es frecuente, ya que se da en los periodos de reentrada del ganado
Aplicación de fertilizantes	Químico	1	1	1	Bajo	No se usan fertilizantes.
Aplicación de Fungicidas	Químico	1	1	1	Bajo	No se usan fungicidas.
Aplicación de Herbicidas	Químico	1	1	1	Bajo	No hay aplicación de herbicidas

Código Catastral: 90101		Predio No: 8	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno:	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Arado y surcado de la tierra	Físico	1	1	1	Bajo	No hay actividad agrícola
Sobrepastoreo del Ganado	Microbiológico	4	3	12	Alto	No hay una buena rotación de los pastizales, por lo que existe un suelo con alto pisoteo.
Promedio del nivel del riesgo en el predio				5	Bajo	La actividad económica no representa un riesgo a la fuente de abastecimiento

Fuente: Los autores

▪ Evaluación del riesgo predio No 9

Código Catastral: 90100		Predio No: 9	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Viviendas (pozos sépticos)	Microbiológico	1	1	1	Bajo	No hay viviendas en el predio
Almacenamiento de Agroquímicos	Químico	2	4	8	Medio	La cantidad de agroquímico que se utiliza es muy baja.
Disposición de los envases y empaques de los productos químicos.	Físico	1	4	4	Bajo	La frecuencia con que se utilizan los agroquímicos es muy baja.
Aplicación de plaguicidas.	Químico	3	4	12	Alto	Se aplica LORSBAN para combatir el chinche de los pastos en los periodos de reentrada del ganado
Aplicación de fertilizantes	Químico	1	1	1	Bajo	No hay aplicación de fertilizantes
Aplicación de Fungicidas	Químico	1	1	1	Bajo	No hay aplicación de fungicidas
Aplicación de Herbicidas	Químico	3	4	12	Alto	Hay aplicación de herbicidas para minimizar las malezas herbáceas
Arado y surcado de la tierra	Físico	1	1	1	Bajo	No hay arado y surcado de la tierra

Código Catastral: 90100		Predio No: 9	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Sobrepastoreo del Ganado	Microbiológico	4	3	12	Alto	hay sobrepastoreo del ganado ya que no se tiene una buena rotación de los pastizales y el 80% del predio se hace la actividad económica para 18 cabezas de ganado
Promedio del nivel del riesgo en el predio				6	Medio	el predio 9 es un posible factor de riesgo a la calidad del agua de la fuente de abastecimiento

Fuente: Los autores

▪ Evaluación del riesgo predio No 10

Código Catastral: 80178		Predio No: 10	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno	
Evento	Tipo de peligro	Probabi lidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Viviendas (pozos sépticos)	Microbiológico	1	1	1	Bajo	El predio número 10 es de propiedad de la asociación de usuarios y no representa ningún riesgo a la calidad del agua de la fuente de abastecimiento ya que actualmente se usa como acceso rural a la bocatoma AUSAVESJAB
Almacenamiento de Agroquímicos	Químico	1	1	1	Bajo	
Disposición de los envases y empaques de los productos químicos.	Físico	1	1	1	Bajo	
Aplicación de plaguicidas.	Químico	1	1	1	Bajo	
Aplicación de fertilizantes	Químico	1	1	1	Bajo	
Aplicación de Fungicidas	Químico	1	1	1	Bajo	
Aplicación de Herbicidas	Químico	1	1	1	Bajo	
Arado y surcado de la tierra	Físico	1	1	1	Bajo	
Sobrepastoreo del Ganado	Microbiológico	1	1	1	Bajo	
Promedio del nivel del riesgo en el predio				1	Bajo	

Fuente: Los autores

▪ Evaluación del riesgo predio No 11

Código Catastral: 80198		Predio No: 11	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Viviendas (pozos sépticos)	Microbiológico	1	1	1	Bajo	No existen viviendas en el predio
Almacenamiento de Agroquímicos	Químico	2	4	8	Medio	La cantidad de agroquímico que se utiliza es muy baja.
Disposición de los envases y empaques de los productos químicos.	Físico	1	4	4	Bajo	La frecuencia con que se utilizan los agroquímicos es muy baja.
Aplicación de plaguicidas.	Químico	3	4	12	Alto	Se aplica LORSBAN para combatir el chinche de los pastos en los periodos de reentrada del ganado
Aplicación de fertilizantes	Químico	1	1	1	Bajo	No hay aplicación de fertilizantes
Aplicación de Fungicidas	Químico	1	1	1	Bajo	No hay aplicación de fungicidas
Aplicación de Herbicidas	Químico	3	4	12	Alto	Hay aplicación de herbicidas para minimizar las malezas herbáceas
Arado y surcado de la tierra	Físico	1	1	1	Bajo	No hay arado y surcado de la tierra

Código Catastral: 80198		Predio No: 11	Uso del suelo del predio			Observaciones
			Agrícola	Ganadero	Ninguno	
Evento	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación de riesgo	
Sobrepastoreo del Ganado	Microbiológico	3	3	9	Medio	el 70% del predio tiene cobertura vegetal por lo que la actividad económica no afecta tanto a la compactación del suelo y la calidad del agua
Promedio del nivel del riesgo en el predio				5	Bajo	El predio 11 no muestra que pueda tener una alta afectación a la fuente hídrica.

Fuente: Los autores

Anexo D: Reportes de muestras elaboradas por los autores



SUCUNETA
ACUEDUCTO REGIONAL
NIT 900.095.462-6

"AGUA, TESORO DE LA NATURALEZA"

ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA REPORTE DE RESULTADOS

MUNICIPIO : Zipaquirá Cundinamarca
NOMBRE ESP : AUSAVESJAB (Acueducto Vereda San Jorge)
FUENTE : Quebrada La Hoya
DIRECCIÓN MUESTRA : Vereda San Isidro (Zipaquirá)
PUNTO DE TOMA : Bocatoma Acueducto (AUSAVESJAB)
TIPO DE MUESTRA : Cruda FECHA DE TOMA: 1 de Agosto
MUESTREADOR : Clara Inés Sarmiento G. HORA DE TOMA: 9:30 a.m.
ANALIZADO POR : Clara Inés Sarmiento G.
FECHA DE ANÁLISIS : 1 de Agosto/2015 2:00 p.m.

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	Decreto 1594 de 1984	RESULTADO
pH.	Unidades	Electrométrico	5,0 – 9,0	6.91
CONDUCTIVIDAD	US/cm	Electrométrico	< 1000	22
COLOR APARENTE	UPC	Fotométrico	≤ 75	4
TURBIEDAD	UNT	Nefelómetro	≤ 10	0.45
HIERRO TOTAL	mg/l de Fe	Fotométrico	0.3	0.1
NITRITOS	mg/l de NO ₂	Fotométrico	1,0	0.01
NITRATOS	mg/l de NO ₃	Fotométrico		1
MANGANESO	mg/l de Mn	Fotométrico		0.01
ALUMINIO	mg/l de Al	Fotométrico		0.01
CLORUROS	mg/l de Cl	Argentométrico	250	8
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l de CaCO ₃	Volumétrico		9
DUREZA TOTAL	mg/l de CaCO ₃	Volumétrico EDTA		10
SULFATOS	Mg/l de SO ₄	Fotométrico		5
FOSFATOS	mg/l de PO ₄	Fotométrico		0.5
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	Filtración por membrana	20.000	12
E. COLI	UFC/100 ml	Filtración por membrana	2.000	2

pH in situ: 6.91

OBSERVACIONES: Los parámetros analizados fueron comparados con los valores máximos admisibles (Dec. 1594/84) para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico, requiere tratamiento convencional para su potabilización.

Clara Inés Sarmiento G.
BIOLOGA
CLARA INES SARMIENTO GOMEZ
BIOLOGA T.P 35.410.889 C.P.B.

Sede laboratorio Carrera 19 No. 1ª-24 barrio San Pablo Zipaquirá Tel. 3107861473



SUCUNETA
ACUEDUCTO REGIONAL
NIT 892 092 481-5

"AGUA, TESORO DE LA NATURALEZA"

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DEL AGUA
REPORTE DE RESULTADOS

MUNICIPIO : Zipaquirá Cundinamarca
NOMBRE ESP : AUSAVESJAB (Acueducto Vereda San Jorge)
FUENTE : Quebrada La Hoya
DIRECCIÓN MUESTRA : Vereda San Isidro (Zipaquirá)
PUNTO DE TOMA : Bocatoma EAAAZ ESP
TIPO DE MUESTRA : Cruda
MUESTREADOR : Clara Inés Sarmiento G.
ANALIZADO POR : Clara Inés Sarmiento G.
FECHA DE ANÁLISIS : 1 de Agosto/2015
FECHA DE TOMA : 1 de Agosto
HORA DE TOMA : 8:50 a.m.
2:00 p.m.

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	Decreto 1594 de 1984	RESULTADO
pH.	Unidades	Electrométrico	5,0 – 9,0	6.90
CONDUCTIVIDAD	US/cm	Electrométrico	< 1000	20
COLOR APARENTE	UPC	Fotométrico	≤ 75	10
TURBIEDAD	UNT	Nefelómetro	≤ 10	5,72
HIERRO TOTAL	mg/l de Fe	Fotométrico	0.3	0.1
NITRITOS	mg/l de NO ₂	Fotométrico	1,0	0.01
NITRATOS	mg/l de NO ₃	Fotométrico		1
MANGANESO	mg/l de Mn	Fotométrico		0.01
ALUMINIO	mg/l de Al	Fotométrico		0.01
CLORUROS	mg/l de Cl	Argentométrico	250	8
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l de CaCO ₃	Volumétrico		10
DUREZA TOTAL	mg/l de CaCO ₃	Volumétrico EDTA		10
SULFATOS	Mg/l de SO ₄	Fotométrico		5
FOSFATOS	mg/l de PO ₄	Fotométrico		0.5
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	Filtración por membrana	20.000	15
E. COLI	UFC/100 ml	Filtración por membrana	2.000	3

pH in situ: 6.90

OBSERVACIONES: Los parámetros analizados fueron comparados con los valores máximos admisibles (Dec. 1594/84) para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico, requiere tratamiento convencional para su potabilización.

Clara Inés Sarmiento G.
BIOLOGA
Bachiller en Ciencias Ambientales
Carrera 19 No. 1-24 Barrio San Pablo Zipaquirá
Tel. 3107861473

CLARA INES SARMIENTO GOMEZ
BIOLOGA T.P 35.410.889 C.P.B.

Sede laboratorio Carrera 19 No. 1ª-24 barrio San Pablo Zipaquirá Tel. 3107861473

Anexo E: Reportes de muestras elaboradas por el AUSAVESJAB



MABER
Soluciones Hidroquímicas S.A.S.
NIT. 900142015-4

ISO 9001: 2008
BUREAU VERITAS
Certification
N° CQ236604



ONAC
ACREDITADO
ISO/IEC 17021:2006
10-CSG-007

REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO No. 3587					
INFORMACION DEL CLIENTE					
EMPRESA	AUSAVESJAB	NIT - C.C	832.002.842-2		
DIRECCION	Vrda. San Jorge	TELEFONO	310 5798892		
MUNICIPIO	Zipaquirá	DEPARTAMENTO	Cundinamarca		
ORDEN DE TRABAJO		COTIZACION	MSH-087-O-2013		
INFORMACION DE LA MUESTRA					
FUENTE	AUSAVESJAB	FECHA DE MUESTREO	29/08/2013		
LUGAR DE MUESTREO	Grifo Jardin Vivienda Sr. Carlos Triviño	MUESTRA TOMADA POR	Laboratorio		
CODIGO PTO MUESTREO		HORA DE MUESTREO	10:20 a.m		
TIPO DE AGUA	Tratada	FECHA DE RECEPCION	29/08/2013		
TIPO DE MUESTREO	Puntual	FECHA DE ANALISIS	29/08/2013		
RESULTADOS					
ANALISIS FISICOQUIMICOS					
PARAMETRO	UNIDADES	METODO	RES. 2115/07	RESULTADO	% RIESGO
pH		Electrométrico	6.5 a 9.0	7,26	0
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	Electrométrico	< 1000	27	
COLOR APARENTE	UPC	Fotométrico	≤ 15	2	0
TURBIEDAD	UNT	Turbidimétrico	≤ 2	0,59	0
HIERRO TOTAL	mg/l de Fe	Fotométrico	0.3	0,06	0
CLORUROS	mg/l de Cl	Argentométrico	250	13,18	0
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l de CaCO ₃	Volumétrico	200	11	0
DUREZA TOTAL	mg/l de CaCO ₃	Volumétrico	300	10,68	0
ALUMINIO	mg/l de Al	Fotométrico	0.2	< 0,02	0
FOSFATOS	mg/l de PO ₄	Fotométrico	0.5	0,49	0
MANGANESO	mg/l de Mn	Fotométrico	0.1	0,02	0
NITRITOS	mg/l de NO ₂	Fotométrico	0.1	0,021	0
SULFATOS	mg/l de SO ₄	Turbidimétrico	250	6	0
CLORO RESIDUAL	mg/l de Cl ₂	Fotométrico	0.3 - 2.0	0,49	0
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS					
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	Filtración por membrana	0	0	0
E. COLI	UFC/100 ml	Filtración por membrana	0	0	0
VALOR IRCA					0,00%
pH in situ: 7,26			Cloro in situ: 0.49 mg/l		
REFERENCIA: (SM): Estándar methods for the water and wastewater . 21 st Edition . 2005					
% DE RIESGO (IRCA) DEPENDE DEL PUNTAJE QUE SE LE BRINDA A CADA PARAMETRO SEGÚN LA RESOLUCION 2115 DE 2007. ESTA ES UNA INFORMACION DE CARÁCTER GRATUITO.					
OBSERVACIONES: Nombre del Muestreador: Gloria Maritza Bernal J. C.C. 35.415.373					
DE ACUERDO A LOS PARAMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA DE AGUA SE CLASIFICA EN EL NIVEL DE RIESGO: SIN RIESGO, SEGÚN RESOLUCION 2115 DEL 2007 DEL MIN. PROTECCION SOCIAL Y MIN. DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.					
 Q.Ind. GLORIA MARITZA BERNAL J. Jefe de Laboratorio					

RA-PR01-01 - Versión 2 - 01/08/2012

Laboratorio autorizado mediante Resolución No.431 del 5 de marzo de 2012 del Min. de Salud y Protección Social

Vereda El Altico - Cogua, dirección correspondencia: Transversal 7 No. 23 - 16 Zipaquirá
Cel: 300 4817681 - 321 5332 maberj@yahoo.es



MABER
Soluciones Hidroquímicas S.A.S.
NIT. 900142015-4

ISO 9001:2008
BUREAU VERITAS
Certification
cc 236604



ONAC
ACREDITADO
ISO/IEC 17021:2006
10-CSG-007

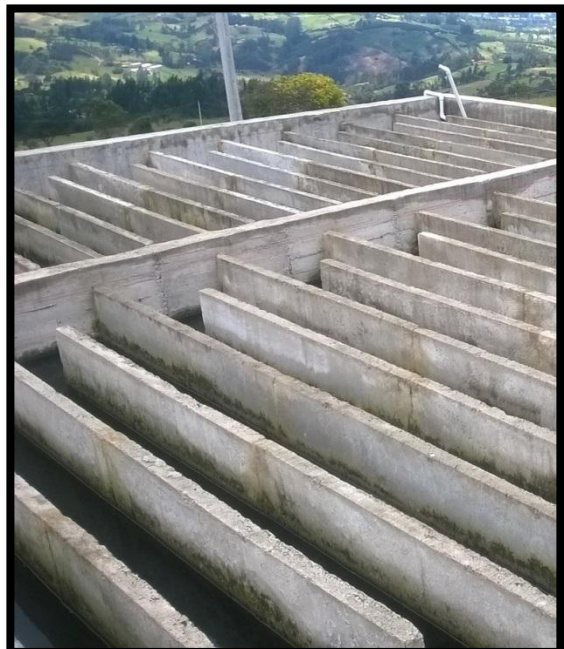
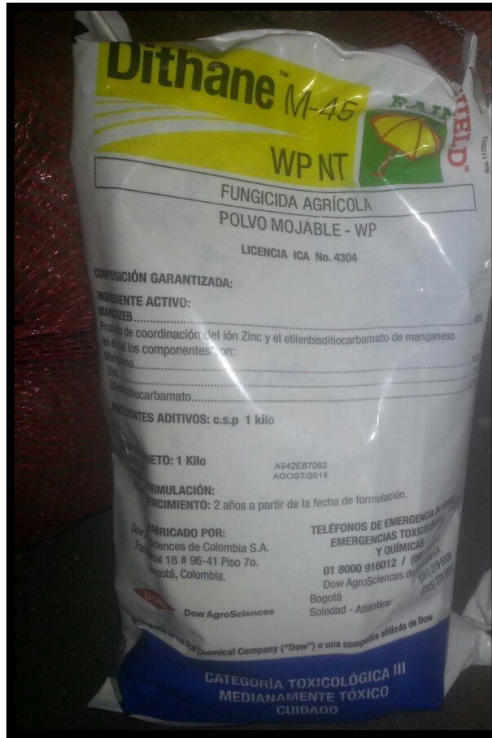
REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO No. 6187					
INFORMACION DEL CLIENTE					
EMPRESA	AUSAVESJAB	NIT - C.C	832.002.842-2		
DIRECCION	Vrda. San Jorge	TELEFONO	310 5798892		
MUNICIPIO	Zipaquirá	DEPARTAMENTO	Cundinamarca		
ORDEN DE TRABAJO	Interna No. 011 / 2015	COTIZACION	MSH-040-O-2015		
INFORMACION DE LA MUESTRA					
FUENTE	AUSAVESJAB	FECHA DE MUESTREO	10/02/2015		
LUGAR DE MUESTREO	Grifo externo Predio Sr. Carlos Triviño	MUESTRA TOMADA POR	Laboratorio		
CODIGO PTO MUESTREO	No Aplica	HORA DE MUESTREO	8:30 a.m		
TIPO DE AGUA	Tratada	FECHA DE RECEPCION	10/02/2015		
TIPO DE MUESTREO	Puntual	FECHA DE ANALISIS	10/02/2015		
RESULTADOS					
ANALISIS FISICOQUIMICOS					
PARAMETRO	UNIDADES	METODO	RES. 2115/07	RESULTADO	% RIESGO
pH		Electrométrico	6.5 a 9.0	7,04	0
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	Electrométrico	< 1000	30	-
COLOR APARENTE	UPC	Fotométrico	≤ 15	0	0
TURBIEDAD	UNT	Turbidimétrico	≤ 2	0,31	0
HIERRO TOTAL	mg/l de Fe	Fotométrico	0.3	0,02	0
CLORUROS	mg/l de Cl	Nitrato Mercurico	250	1,5	0
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l de CaCO ₃	Volumétrico	200	11	0
DUREZA TOTAL	mg/l de CaCO ₃	Volumétrico	300	10,7	0
ALUMINIO	mg/l de Al	Espectrofotométrico	0.2	< 0,02	0
FOSFATOS	mg/l de PO ₄	Fotométrico	0.5	0,60	1
MANGANESO	mg/l de Mn	Fotométrico	0.1	< 0,01	0
NITRITOS	mg/l de NO ₂	Fotométrico	0.1	0,033	0
SULFATOS	mg/l de SO ₄	Turbidimétrico	250	< 1	0
CLORO RESIDUAL LIBRE	mg/l de Cl ₂	Fotométrico	0.3 - 2.0	0,68	0
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS					
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml	Filtración por membrana	0	0	0
E. COLI	UFC/100 ml	Filtración por membrana	0	0	0
VALOR IRCA					1,09%
pH in situ: 7.0			Cloro in situ: 0.68 mg/l		
REFERENCIA: (SM): Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 22 nd Edition, 2012					
% DE RIESGO (IRCA) DEPENDE DEL PUNTAJE QUE SE LE BRINDA A CADA PARAMETRO SEGÚN LA RESOLUCION 2115 DE 2007. ESTA ES UNA INFORMACION DE CARÁCTER GRATUITO.					
OBSERVACIONES: Nombre del Muestreador: Juan Manuel González Merchán C.C. 79.592.664					
DE ACUERDO A LOS PARAMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA DE AGUA SE CLASIFICA EN EL NIVEL DE RIESGO: SIN RIESGO, SEGÚN RESOLUCION 2115 DEL 2007 DEL MIN. PROTECCION SOCIAL Y MIN. DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.					
 GLORIA MARITZA BERNAL J. Gerente					

RA-PR01-01 - Versión 2 - 01/08/2012

Laboratorio autorizado mediante Resolución No.4353 del 23 de octubre de 2013 del Min. de Salud y Protección Social

Vereda El Altico - Cogua. Dirección correspondencia: Transversal 7 No 23-16 Zipaquirá
Cel: 300 481 7681- 321 214 5332 · gerencia@mabersolucioneshidroquimicas.com
www.mabersolucioneshidroquimicas.com

Anexo F: Fotos





BIBLIOGRAFÍA

- [1] Alcaldia de Zipaquirá, «Programa de gobierno,» Zipaquirá, 2011.
- [2] Empresa de acueducto, alcantarillado y aseo de Zipaquirá, «Plan de ahorro y uso eficiente del agua,» Zipaquirá, 1997.
- [3] G. A. Á. Barón, «CARACTERIZACIÓN SOCIAL DE LA POBLACIÓN DE LA VEREDA SAN JORGE DEL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ,» Bogota D.C., 2010.
- [4] Planeación Ecológica Ltda. ; ecoforest Ltda. ; CAR, «Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá,» Bogotá, 2012.
- [5] Consejo municipal de Zipaquirá, «ACUERDO N°12, PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL,» Zipaquirá, 2013.
- [6] Gobernación de Cundinamarca, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural., ESTADISTICAS AGROPECUARIAS VOLUMEN 13, Bogota D.C., 2013.
- [7] MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, «Resolución 4716,» Bogotá, 2010.
- [8] Organización Mundial de la Salud, Guías para la calidad del agua potable, 2006.
- [9] UNIVERSIDAD NACIONAL - FACULTAD DE MINAS ;Ingo. Jorge Arturo Pérez P. , TRATAMIENTO DE AGUAS.
- [10] Instituto Nacional de Salud, Estado de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Colombia, Colombia, 2013.
- [11] Programa de Servicios Agrícolas provinciales, Manual de Calidad de agua, Tucuman.
- [12] Universidad Nacional Autónoma de México IIEc, Calidad del agua: un enfoque multidisciplinario, Mexico, 2010.
- [13] MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, «RESOLUCIÓN NÚMERO 2115,» Bogotá, D. C., 2007.
- [14] Secretaria de Salud Duitama, Mapa de Riesgo de la Calidad de Agua Para Consumo Humano de la Vereda Trinidad y la Vereda Tocogua Municipio de Duitama, 2014.

- [15] C. V. García, R. R. Vargas y J. J. Casas, «CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO».
- [16] Instituto Nacional de Salud, COMPARATIVO VIGILANCIA CALIDAD DEL AGUA BRASIL Y COLOMBIA., Bogotá, 2014.
- [17] B. P. B. R. N. G. S. Guzmán BL B, «Revista de salud ambiental,» 2009.
- [18] República de Colombia. Gobierno - Nacional, «LEY 9,» Bogotá, 1979.
- [19] EL CONGRESO DE COLOMBIA,, «Ley 142,» Bogotá, 1994.
- [20] MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL , «Decreto 1443,» Bogotá, 2004.
- [21] PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, «Decreto 1575,» Bogotá, 2007.
- [22] LOS MINISTROS DE LA PROTECCIÓN SOCIAL Y DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL,, «Resolucion 811,» Bogotá, 2008.
- [23] MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL , «082,» Bogotá, 2009.
- [24] P. D. L. R. D. COLOMBIA, Resolución 2372, Bogotá, 2010.
- [25] Presidencia de la republica de Colombia, DECRETO 4741 DE 2005, Bogotá, 2005.
- [26] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 0631, Bogotá, 2015.
- [27] Ministerio de Medio Ambiente y desarrollo Sostenible, «Decreto 1076,» Bogotá, 2015.
- [28] Organización Mundial de la Salud. , Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua:metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo., Ginebra, 2009.
- [29] APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2005.
- [30] C. P. LÓPEZ, Técnicas de Análisis Multivariante de Datos Aplicaciones con SPSS, 2009.
- [31] GOBERNACION DE BOYA ;SECRETARIA DE SALUD DE BOYACÁ, «MAPA DE RIESGO DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA QUEBRADA SAN VICENTE, FUENTE ABASTECEDORA DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE ARCABUCO - BOYACÁ,» 2012.

- [32] SECRETARIA DE SAULD BOYACA;DIRECCIÓN TECNICA DE SALUD PUBLICA;PROGRAMA DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO, «MAPA DE RIESGO DE CALIDAD DE AGUA DE LA FUENTE ABASTECEDORA DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE GARAGOA-BOYACÁ,» GARAGOA, 2014.
- [33] Presidencia de la republica, Decreto 1843 de 1991, Bogotá, 1991.
- [34] Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, «Diagnóstico subcuenca río Frio 2120-12,» Bogotá, D.C..
- [35] Ministerio de Salud y Protección Social, Estado de la vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en Colombia, Bogotá, 2012.
- [36] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente,, GUÍA PARA LA VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO, Lima, 2002.
- [37] M. Ferrán aranaz, SPSS para windows, análisis estadístico, Madrid, 2003.
- [38] C. Perez, Técnicas de análisis de datos con SPSS, Madrid: Pearson, 2009.