

**Formulación del plan de manejo ambiental de la quebrada la Guache del
municipio de Acevedo – Huila**

Proyecto Aplicado

Harold Faiver Luna Sarrias

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa Ingeniería Ambiental.

Pitalito (H) 2020

**Formulación del plan de manejo ambiental de la quebrada La Guache del
Municipio de Acevedo – Huila**

**Proyecto Aplicado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental.**

Asesor: Walter Ariza Camacho

Harold Faiver Luna Sarrias

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente
Programa Ingeniería Ambiental.**

Pitalito (H) 2020

Nota de Aceptación:

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Pitalito, octubre 2020

Resumen

El presente proyecto aplicado tuvo por objetivo realizar el plan de manejo ambiental para la quebrada La Guache del municipio de Acevedo –Huila, estudio de tipo cuali – cuantitativo, porque se analizó el entorno y se retomaron los resultados de estudios de laboratorio realizados al agua de la microcuenca en años anteriores (2015), único año en el cual se tomaron muestras del agua de la quebrada para ser analizadas bajo los parámetros del modelo propuesto por ICA - NSF (Índice de Calidad de Agua - Fundación Nacional de Saneamiento de Estados Unidos), en marco del proyecto del acueducto regional.

Se concluyó que el agua de la quebrada según el ICA-NSF es de mala calidad, que su contaminante constante son las Aguas Residuales Domésticas (ARD), sin embargo, los índices de contaminación y calidad del agua de la microcuenca La Guache son viables, dependiendo de la época del año, los cambios climáticos, los tiempos de cosecha cafetera y las zonas pobladas.

La recuperación de la microcuenca se determina a partir de la sensibilización, participación y capacitación a los residentes de la zona y al compromiso interinstitucional e interdisciplinario de las instituciones a fin con las temáticas ambientales.

Palabras clave. Diagnóstico ambiental, microcuenca, factores críticos, índices de contaminación, parámetros de análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Abstrac.

The objective of this applied project is to carry out an environmental management plan of the water source La Guache in the Acevedo-Huila municipality, a qualitative-quantitative study, because the environment was analyzed and the results of laboratory studies carried out on the water of the micro-basin in previous years (2015), the only year in which water samples were taken from the broken to be analyzed under the parameters of the model proposed by ICA - NSF (Water Quality Index - National Sanitation Foundation of the United States) , within the framework of the regional aqueduct project.

It was concluded that the water of the stream according to the ICA-NSF is of poor quality, that its constant contaminant is Domestic Wastewater (ARD), however, the contamination rates and water quality of the La Guache micro-basin are viable, depending on the time of year, climate changes, coffee harvest times and populated areas.

The recovery of the micro-basin is determined from the awareness, participation and training of the residents of the area and the inter-institutional and interdisciplinary commitment of the institutions in order to address environmental issues.

Keywords: environmental diagnosis, microbasin, critical factors, negative impacts, pollution indices, fisicochemical and microbiological analysis parameters, management plan, anthropic action.

Agradecimientos

A Dios, mi inspiración y a quien debo lo que he sido, soy y seré.

A mi familia, mi esposa, mis hijos, quienes llenan mi vida de ilusiones, de esperanzas y razones para emprender el día día.

A mi asesor en el Proyecto que presento, por sus valiosas consideraciones, aportes y orientaciones.

A la Universidad, por ser mi casa académica de formación profesional.

A todos aquellos que quisieron hacer parte del proyecto y aportaron en su desarrollo.

Contenido

Introducción.....	13
Justificación.....	15
Planteamiento del problema.....	17
Objetivos.....	19
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos.....	19
Marco de Referencia.....	20
Marco contextual.....	20
Generalidades del municipio de Acevedo.....	20
Ubicación de la quebrada La Guache.....	21
Marco teorico.....	23
Situación ambiental en el país.....	23
La acción del estado para mitigar la contaminación hídrica en Colombia.....	23
Deterioro de la calidad del agua.....	25
Parámetros evaluados en el estudio, según la NSF.....	26
<i>Indicadores de calidad del agua – ica.....</i>	31
Contaminación del agua por vertidos de desechos líquidos.....	33
Límites de referencia para calidad de agua.....	33
Marco conceptual.....	36

Metodología.....	38
Tipo de estudio.....	38
Enfoque del estudio.....	38
Instrumentos de recolección de información.....	38
Definición del tamaño de la muestra.....	39
Formulas y/o procedimiento para hallar los índices de contaminación.....	40
Proceso metodológico.....	44
Resultados y discusiones.....	48
Resultados de la encuesta aplicada a los pabladores ribereños de la microcuenca la Guache, para determinar posibles acciones antrópicas negativas sobre la quebrada.....	48
Matriz de datos físico químico y microbiológico obtenidos durante el estudio.....	51
Análisis de resultados.....	53
Identificar los impactos ambientales que se presentan en la quebrada La Guache del Municipio de Acevedo – Huila.....	53
Descripción y análisis de los resultados de los parámetros físico químicos y microbiológicos, reportados en el informe de laboratorio expedido por el laboratorio de salud pública del departamento del Huila (2015).	55
Análisis del cálculo del índice.....	61
Evaluar los impactos ambientales para a partir de estos elaborar el diagnóstico ambiental	65
Elaborar un plan de manejo que permita la mitigación de los impactos ambientales encontrados.....	69
Conclusiones.....	81

Recomendaciones	83
Bibliografía.....	85
Anexos.....	90

Lista de figuras

Figura 1	Cargas contaminantes vertidas a las corrientes hídricas (t/año) 2016.....	18
Figura 2	Mapa hidrográfico del municipio de Acevedo H.....	22
Figura 3	Indicadores Ica, puntaje de riesgo.....	34
Figura 4	Indicadores NSF.....	34
Figura 5	Palabras descriptoras y rangos de valor.	35
Figura 6	Límites de referencia para agua de consumo humano.	35
Figura 7	Hoja de calculos pesos ponderados Ica - NSF.....	43
Figura 8	Rango de calidad del agua.	43
Figura 9	Variación de temperatura.....	56
Figura 10	Variación de pH.	57
Figura 11	Variación de SST.	58
Figura 12	Vertimientos en la quebrada.	59
Figura 13	Variación de coliformes fecales.....	60
Figura 14	Variación de turbidez	61
Figura 15	Indicadores de calidad promedio, punto de toma 1, parte alta.	62
Figura 16	Indice de calidad promedio, punto 2, parte media de la microcuenca.	63
Figura 17	Indice de calidad de agua, punto 3, parte baja de la quebrada.....	64
Figura 18	Matriz de evaluación de impactos Leopold.	67
Figura 19	Líneas estratégicas.....	70

Lista de tablas

Tabla 1: Ficha de Plan de Manejo Ambiental	47
Tabla 2: Resultados Encuesta	48
Tabla 3: Datos Fisico Químicos y Microbiológicos	51
Tabla 4: Impactos y Puntos Críticos	65
Tabla 5: Matriz DOFA	68
Tabla 6: Cronograma Plan de Manejo	71
Tabla 7: Ficha Proyecto 1	73
Tabla 8: Ficha Proyecto 2	74
Tabla 9: Ficha Proyecto 3	76
Tabla 10: Ficha Proyecto 4	77
Tabla 11: Ficha Proyecto 5	79

Lista de anexos

anexo 1: Resolución de permiso	90
anexo 2: resultados de muestras de agua de la microcuenca	101
anexo 3: encuesta a pobladores aledaños a la microcuenca	104
anexo 4: fotografías de la microcuenca, trabajo de campo	106

Introducción

El presente proyecto aplicado sustenta el plan de manejo ambiental para la quebrada La Guache del municipio de Acevedo – Huila a partir del análisis de estudios que reposan en la Alcaldía Municipal sobre los resultados expedidos por el laboratorio de salud pública del departamento del Huila, que determinan la calidad del agua de la microcuenca; muestras que se tomaron el 10 de junio del 2015 por la administración municipal en tres puntos estratégicos de la quebrada, parte alta (punto 1), media (punto 2) y baja (punto 3) (ver puntos de muestreo en figura N° 2, mapa hidrográfico del municipio de Acevedo) con el modelo ica y los indicadores de la Fundación Nacional de Saneamiento de Estados Unidos (NSF) y que se referencia en la Resolución N° 0020 del 5 de enero de 2017, expedida por la CAM, en donde se otorga una concesión de aguas superficiales y se imponen unas obligaciones (ver anexo 1).

Dicha información se constituye para el presente proyecto en datos de mucha importancia, ya que en ellos se analizaron los indicadores mas relevantes según los modelos enunciados para determinar la calidad del agua para consumo humano, fuera de que solo existe en la base de datos municipal la información de estos estudios del año 2015, pues fue el año en el cual se requirió el estudio para presentar la solicitud de concecion de agua al ente encargado en marco del proyecto del acueducto veredal de la zona y **sobre el cual se concedio el permiso de los entes ambientales encargados, para captar el agua de la microcuenca con el propósito de consumo humano**; datos a los que se suman la identificación de impactos y la caracterización socio cultural del área de la microcuenca .

El Plan de manejo prioriza la participación de la comunidad ribereña de la quebrada en su conservación, limpieza, recuperación e involucra de manera activa las instituciones relacionadas en el tema ambiental en dicho proposito, por tanto se constituye en herramienta

fundamental para la dinamización de la recuperación del ecosistema de la microcuenca y la calidad de su agua, recuperación que afecta directamente otros ecosistemas tanto terrestres como acuáticos de la región, ya que ésta es una de las principales afluentes del río Suaza quien desemboca directamente sobre el gran río Magdalena, de ahí su trascendencia.

El proyecto se sustenta en las bases teóricas propias de las Ciencias Naturales y sus conceptos tales como las propiedades y características fisicoquímicas del agua, metodológicamente como proyecto de tipo mixto recurre a datos numéricos (resultados de análisis de agua de la microcuenca) y a la opinión de los habitantes de la zona y como ello se determina índices de calidad del agua e impactos antrópicos negativos sobre al misma, por cuanto es un plan de manejo sustentado tanto teórica como socialmente.

Justificación

Realizar un plan de manejo ambiental para la quebrada La Guache del municipio de Acevedo Huila, sirve como insumo para la administración municipal en sus planes de intervención frente a las condiciones de la fuente hídrica, la cual incide directamente en la calidad del agua del río suaza (principal fuente hídrica municipal), es útil para el diseño de programas de recuperación, conservación y de manejo futuros que desde la misma comunidad, se diseñen y proyecten en pro de la recuperación de los ecosistemas y la preservación de su principal fuente hídrica.

Resulta importante también el diagnóstico para la comunidad del área de influencia de la quebrada, teniendo en cuenta que la información sobre los riesgos del agua contaminada para la salud de las personas, como las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS) y las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) que genera la contaminación de la microcuenca, además de los riesgos de desastre natural como deslizamientos, erosiones, avalanchas, que también pueden incidir ante la acción antrópica (deforestación, agricultura, vertimientos de residuos sólidos y aguas servidas) genera conciencia y compromiso en los residentes y aledaños de la quebrada, en áreas de su conservación y cuidado.

La quebrada La Guache viene siendo contaminada por los residentes de la zona desde hace mucho tiempo, teniendo en cuenta que según las características culturales y sociales de la vereda de su influencia, han existido a su alrededor asentamientos humanos importantes desde hace muchos años y que como área cafetera, los vertimientos de agua producto del lavado del grano y agroquímicos han sido vertidos indiscriminadamente sobre las aguas de La Guache, sobre todo en tiempo de cosecha (ultimo trimestre del año) generando porcentajes de contaminación y consumo de agua muy altos “40 L.kg-1 de café pergamino seco (115 mg de DQO por kilogramo de café cereza” (Rodríguez, Sanz, Oliveros & Ramírez,

2015, p. 12). y si a esto se suman otros factores de importancia como la no utilización de pozos sépticos en las viviendas de los residentes, la inadecuada disposición de los residuos sólidos que generan y el vertimiento de las aguas producto del lavado de ropa, loza... directamente a la quebrada; agrava la situación de la calidad del agua y el equilibrio de sus ecosistemas.

Se pretende así que el plan de manejo ambiental para la quebrada La Guache del municipio de Acevedo –Huila sirva de insumo para todas las instituciones que quieran a partir de él, lograr la recuperación de los ecosistemas en la zona.

Planteamiento del problema

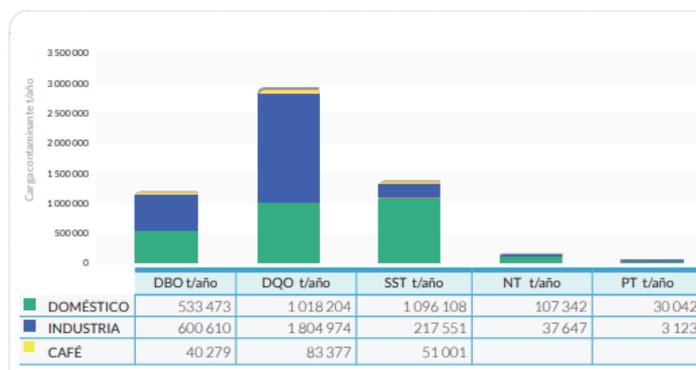
La quebrada La Guache viene sufriendo índices de contaminación alta por los pobladores de la región desde hace mucho tiempo; afectación que se evidencia con el arrojamiento de desechos sólidos (botellas plásticas, de vidrio, bolsas, llantas...) y orgánicos (animales muertos, cascara, ramas de árboles, plantas muertas...) a la misma, vertimiento de aguas servidas domésticas y de contaminantes químicos producto de la actividad agrícola principalmente por el cultivo de café a la que se dedican las familias, sin dejar de mencionar que no se cuenta con pozos sépticos en las viviendas, ni sistema de tratamiento de aguas residuales, carencias que aumentan las condiciones contaminantes para la microcuenca a medida que aumenta la población. En la actualidad tal impacto se ha incrementado dando lugar a la aparición de olores, la presencia de vectores (roedores, zancudos) y aves carroñeras y a ello se suma las afectaciones a la salud en los mismos pobladores, (Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS), Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS), alergias) que ya no solo se reflejan y presentan de manera esporádica, sino que se han vuelto parte de las características de la microcuenca. Dicha situación afecta directamente a más de 500 personas, pobladores entre niños, adolescentes, adultos y personas mayores y de manera indirecta a un tanto similar de personas que residen a los alrededores de la fuente hídrica donde ésta desemboca en el río Suaza.

La quebrada La Guache es reconocida como principal afluente del río Suaza, por cuanto es de esperar que sus cargas contaminantes lleguen directamente a él y continúen su curso hasta el río Magdalena, todos los factores contaminantes enunciados anteriormente, han perturbado el equilibrio ecológico de la microcuenca, su biodiversidad, al punto que su caudal ya no es el mismo ni sus usos para los pobladores, porque su consumo se tornó perjudicial para su salud; su importancia trasciende por el recorrido que tiene la quebrada, el cual abarca cuatro veredas

directamente, las cuales son: Buena Vista, Los Olivos, Alto Bombonal y Bateas, región que visiblemente es cafetera y poblada.

El Estudio Nacional del Agua 2018, presenta los principales contaminantes de las fuentes hídricas en todo el país, medidos en toneladas por año, contaminantes representados en los vertimientos domésticos, industriales y el Café, como se observa en la siguiente Figura:

Figura 1 Cargas contaminantes vertidas a las corrientes hídricas (t/año) 2016.



Nota: la figura 1 representa los valores de los indicadores de contaminación registrados en el 2016, por causa de vertimientos a las fuentes hídricas en el país.

Fuente: Tomado de IDEAM. Estudio Nacional del agua 2018

Ante las afectaciones antrópicas evidentes y descritas, se hace necesario elaborar un plan de manejo con actividades de limpieza y reforestación de la microcuenca y de sensibilización hacia el cuidado y la preservación de la misma; el cual sea liderado desde diferentes instituciones inmersas en la zona y en donde la población ribereña de ella, participe activamente en su recuperación y cuidado.

Objetivos

Objetivo general

Realizar un plan de manejo ambiental para la quebrada La Guache del municipio de Acevedo – Huila.

Objetivos específicos

1. Identificar los impactos ambientales que se presentan en la quebrada La Guache del Municipio de Acevedo – Huila.
2. Evaluar los impactos ambientales para a partir de estos elaborar el diagnóstico ambiental.
3. Elaborar un plan de manejo que permita la mitigación de los impactos ambientales encontrados.

Marco de Referencia

En este apartado se abordará las generalidades contextuales del área del proyecto, la conceptualización y las bases teóricas que sustentan el presente proyecto aplicado, partiendo del reconocimiento de la situación ambiental del país y la normatividad vigente sobre calidad del agua, hasta llegar a la exploración de los términos índices de calidad, demanda química de oxígeno, demanda biológica de oxígeno.

Marco contextual

Generalidades del municipio de Acevedo.

Según la información presentada en el documento del Plan de Desarrollo Municipal del municipio de Acevedo, 2016 – 2019, dentro del acuerdo N° 007 de 2016 del Consejo Municipal de Acevedo, el municipio se encuentra ubicado sobre la cordillera oriental, al sur oriente del departamento del Huila, tiene un área aproximada de “612 Km², y una temperatura de 18° centígrados, su altura oscila entre 1.235 y 1.800 m.s.n.m” (Acuerdo 007 Consejo municipal Acevedo, 2016, p. 7).

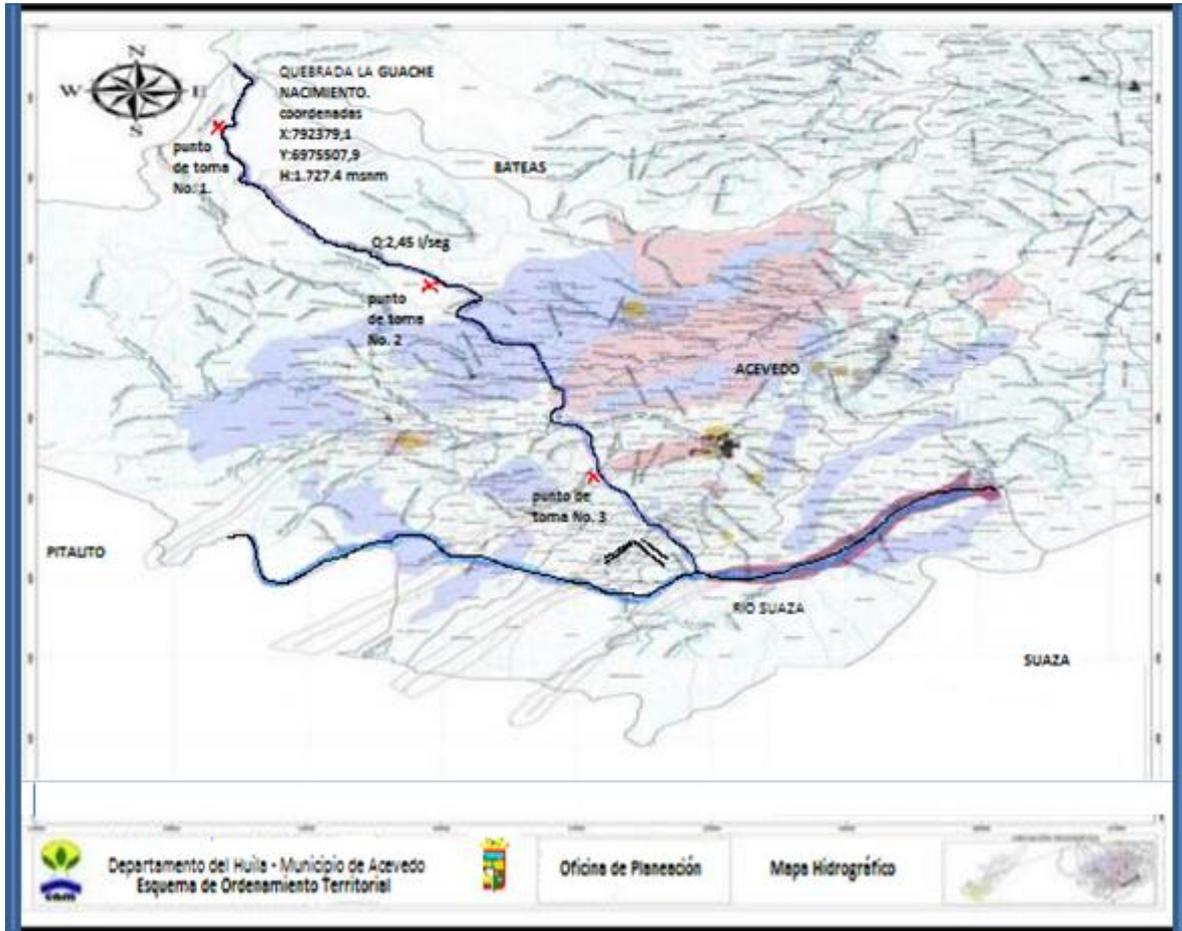
El mismo documento, también indica sus límites así: “El municipio limita por el norte con e municipio de Suaza, al Sur con los municipios de San José del Fragua - Caquetá y Piamonte – Cauca, al Oriente con el municipio de Belén de los andaquies Caquetá, al Occidente con el municipio de Palestina, luego con el municipio de Timaná (Acuerdo 007 Consejo municipal Acevedo, 2016, p. 7).

Ubicación de la quebrada La Guache.

La quebrada La Guache se encuentra ubicada en el municipio de Acevedo sur del departamento del Huila. Se ubica entre las Coordenadas X: 792379, 1 Y: 6975507, 9 y H: 1.727,4 msnm (ver anexo 1), nace en la parte alta de la vereda Buena Vista, pasa por caseríos de la vereda formando concentraciones de familias, bordea distintas fincas, escuela y, finalmente, desemboca al río Suaza, en el límite oriente del municipio. (Ver anexo 2)

A continuación se presenta la ubicación gográfica de la quebrada La Guache, mediante mapa.

Figura 2 Mapa hidrográfico del municipio de Acevedo H.



Nota: la figura 2 representa la ubicación geográfica de la quebrada la Guache en el municipio de Acevedo H y los puntos de toma de las muestras de agua para el análisis físico químico por parte del laboratorio de salud pública departamental, realizado en el 2015.

Fuente: Tomado de CAM - 2014

Seguidamente en el marco teórico se hace un acercamiento a la realidad medioambiental no solo de la zona de influencia del proyecto, sino a nivel nacional.

Marco teorico

Situación ambiental en el país.

Colombia es un país privilegiado en materia ambiental, por contar con variedad de climas que posibilitan la biodiversidad y riqueza natural, así mismo es poseedor de gran cantidad de fuentes hídricas que desembocan en sus dos mares. Lastimosamente, muchos factores tales como el cambio climático, la falta de ordenamiento territorial, las nocivas prácticas de cultivos y el inadecuado tratamiento de los residuos que se generan en las viviendas, ha conllevado a que tales riquezas se destruyan, contaminen y extingan, así lo demuestra la penosa posición que ocupa el país a nivel mundial, de acuerdo al informe del Environmental Performance Index (EPI), el cual para el 2014 ubica al país en “el puesto No. 85 de 178 países contabilizados” (Yale, 2016, p. 35), cifras preocupantes ya que se descendió alrededor de 76 puestos con respecto de años anteriores.

Con relación al tratamiento de aguas residuales, el puntaje es de 4,6 y un puesto de 104 a nivel mundial, lo que significa un atraso en esta materia con respecto a otros países del mundo y una oportunidad para mejorar las condiciones de vida de los colombianos desde la accesibilidad al agua y al saneamiento básico.

La acción del estado para mitigar la contaminación hídrica en Colombia.

Colombia tiene una normatividad influenciada por las políticas internacionales y las cuales se han venido fortaleciendo desde los años 70's con la creación del Código de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente consignado en el Decreto Ley 2811 de 1974 y del cual emanan decretos y leyes que se han encargado de regular el tema medioambiental.

Cuenta además con la Ley 99 de 1993 por la cual se establece el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y se incluye en las políticas nacionales y planes de desarrollo el tema ambiental como eje estructurador del ordenamiento territorial.

En la actualidad en el país se cuenta con el Plan Hídrico Nacional que se creó con el objetivo de generar una Gestión del Recurso Hídrico hacia la consolidación de un modelo económico que propenda por el desarrollo sostenible.

Tomando como referencia lo dispuesto por el Ministerio de Salud y Protección Social, (Minsalud) en el Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano, la normatividad colombiana más relevante frente al tema de calidad de agua es:

Decreto ley 2811 de 1974 por el cual se dicta el Código de Recursos Naturales, en el cual se cuenta de la clasificación y uso de las aguas, Decreto 3930 de 2010 por el cual se reglamenta el uso y clasificación de las aguas, así mismo la disposición de residuos líquidos, Resolución 0631 de 2015 que reglamenta los valores y parámetros permisibles para vertimientos en aguas superficiales y alcantarillado público, Resolución 2115 de 2007 la cual reglamenta los parámetros para establecer la calidad del agua, Resolución 104 de 2003 por la cual se reglamente la clasificación y priorización de las cuencas hidrográficas, Ley 09 de 1979 el cual reglamenta el Código Sanitario y establece pautas para el manejo. (Minsalud, 2018, p. 27)

Normatividad que por supuesto permite al país y a sus administraciones velar por la preservación de sus fuentes hídricas y posibilita pensar en medidas más drásticas para quienes infrinjan la ley y afecten el equilibrio de los ecosistemas acuáticos y con ello la calidad del agua de las regiones del país.

Deterioro de la calidad del agua.

Lastimosamente ese líquido vital y preciado para la vida, pierde sus propiedades y por supuesto su calidad en el transcurso de las actividades propias del hombre civilizado e industrializado de hoy, como lo afirma Fernández “Las principales causas, tanto para el agua dulce como la salada, son los vertidos incontrolados de las aguas residuales urbanas e industriales, muchas veces sin tratamiento, así como las prácticas agrícolas deficientes” p. 156, situación que aqueja todos los lugares del planeta y que en definitiva afecta las regiones indistintamente de que sean rurales o urbanas.

Así mismo se estima que su deterioro produce consecuencias como las siguientes:

Contaminación microbiológica del agua, con la transmisión hídrica de enfermedades; pérdida de los ecosistemas acuáticos; riesgo de infecciones crónicas en el hombre, asociadas a la contaminación química; pérdida de la capacidad productiva en suelos regados, a causa de procesos de salinización, pérdida de la reserva de proteínas de los peces; pérdida de suelos por erosión.
(Fernández, 2012, p. 156)

Efectos que ponen en riesgo la vida en el planeta y con ella la supervivencia de la especie humana, los animales, las plantas y toda especie viva que exista en la faz de la tierra, lo preocupante al respecto es ver que aunque la ciencia ha permitido saber las dimensiones y los efectos de la contaminación del agua por acción del hombre, pareciera como si solo fuera información escrita en revistas y artículos, pero que no esta presente en la conciencia de los que diariamente se encargan de acabar con ella y en eso es responsable toda la humanidad en su afán por desarrollar su economía.

Parámetros evaluados en el estudio, según la NSF.

La turbidez.

Es un indicador en aguas naturales que se utiliza para determinar la presencia de sólidos, especialmente coloidales. Proviene de la erosión y transporte de materia coloidal (arcilla, fragmentos de roca, sustancias del lecho, etc.) por parte de los ríos en su recorrido, de los aportes de fibras vegetales y de los aportes de aguas residuales domésticas o industriales que puedan recibir (ej: jabones). Fernández aclara que para ello “se mide la extensión con la que un rayo de luz es reflejada en su paso por el agua con un ángulo de 90°. Esta reflexión se produce debido al efecto Tyndall que caracteriza a los sistemas coloidales” (Fernández, 2012, p. 157). Este indicador afecta las características naturales del agua y altera así en muchas ocasiones su olor y su sabor dependiendo de los sólidos que contiene.

La temperatura.

Es importante debido a que afecta la mayoría de los procesos biológicos que tienen lugar en los ecosistemas acuáticos. Afecta la solubilidad de los gases disueltos en el agua. Desde la acción antrópica estos cambios de la temperatura del agua debido a su uso como “elemento refrigerante” (Fernández, 2012, p. 158). Especialmente en las centrales térmicas.

Los indicadores químicos son: “PH, dureza, oxígeno disuelto, materia orgánica, nutrientes, plaguicidas y metales pesados” (Fernandez, 2012, p. 158).

El oxígeno disuelto.

“Es aportado por intercambio con la atmósfera y por la acción fotosintética de los productores primarios. Es consumido por los microorganismos en los procesos de oxidación de la materia orgánica e inorgánica y en los de respiración” (Fernández, 2012), p. 158).

Este indicador es importante cuando se trata de medir el efecto de la materia orgánica en la calidad del agua y su presencia en las muestras de agua tomadas de alguna cuenca o microcuenca, porque con él es posible reconocer el grado de contaminación orgánica que el agua posee y que la hace según su resultado en agua potable para el consumo humano.

El autor explica el indicador de la siguiente manera:

La materia orgánica puede ser transportada a partir de las interacciones con el cauce o generada en el seno de la propia masa de agua. Es un componente característico de los vertidos de aguas servidas y es un indicador de contaminación doméstica. La capacidad de la materia orgánica en una muestra de agua natural a consumir oxígeno, se denomina *demanda bioquímica de oxígeno* (DBO). (Fernandez, 2012, p. 160)

Es por tal razón que aguas contaminadas por vertimientos domésticos tengan una demanda de oxígeno que exceda la solubilidad máxima de equilibrio del oxígeno disuelto, cuando esto ocurre si el agua no es aireada continuamente de manera muy rápida el oxígeno disuelto se agota y la vida desaparece en especial los peces que mueren estancados en un agua descompuesta.

La prueba de la demanda Química de Oxígeno (DQO) se utiliza para medir la concentración de la materia orgánica en los residuos domésticos e industriales. La cantidad

de oxidante consumido se expresa en términos de su equivalencia en oxígeno. Según Villamizar, “Por sus únicas propiedades químicas, el ión $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ es el oxidante específico en el método del reflujo cerrado, el cual es reducido al ión cromo (Cr^{3+}), en medio sulfúrico y en caliente” (Villamizar, 2008, p. 23). Es utilizada además como medida de los contaminantes en aguas residuales y naturales, para indicar las condiciones tóxicas y la presencia de sustancias orgánicas biológicamente resistentes. “Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5 mg O_2/L o algo superiores. Las aguas residuales domésticas suelen contener entre 250 y 600 mg O_2/L , y en las residuales industriales la concentración depende del proceso” (Villamizar, 2008, p. 24).

Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO₅).

El indicador “mide la cantidad de oxígeno molecular necesario bajo las condiciones del ensayo (incubación a 20 °C, en oscuridad por 5 días) para lograr por vía microbiana la degradación de la materia orgánica de una muestra de agua (degradación bioquímica)” (Villamizar, 2008, p. 25).

Es factible hacerse mediante la técnica de las diluciones en las que se preparan volúmenes conocidos de agua destilada, adicionada en su caso con nutrientes para favorecer el desarrollo de microorganismos, con diluciones conocidas del agua problema, y se incuban a las condiciones previamente mencionadas. Esta prueba es muy utilizada en residuos domésticos e industriales.

De acuerdo a Villamizar (2008), la clasificación del agua, según su concentración de DBO₅. Es la siguiente:

Agua Pura 0-20 mg/L

Agua Levemente Contaminada 20-100 mg/L

Agua Medianamente Contaminada 100-500 mg/L Agua Muy Contaminada 500-

3000 mg/L Agua Extremadamente Contaminada 3000-15000 mg/L

Sólidos Suspendidos Totales (SST).

“Los sólidos en suspensión se mantienen en el agua debido a su naturaleza coloidal que viene dada por las pequeñas cargas eléctricas que poseen estas partículas”

(Villamizar, 2008, p. 26). Ellas presentan alguna afinidad por las moléculas de agua.

En aguas naturales, “son la proporción de material retenido después de filtrar un determinado volumen de muestra a través de un medio filtrante como el filtro de fibra de vidrio” (Villamizar, 2008, p. 26).

El análisis de ese parámetro es de gran utilidad en estudios de aguas para establecer el estado de las aguas residuales domésticas y determinar la eficiencia de las unidades de tratamiento, es por esa razón que se tiene en cuenta en las plantas de tratamiento de aguas.

PH.

Este indicador determina la reacción ácida y básica del agua “la misma es una propiedad de carácter químico de vital importancia para el desarrollo de la vida acuática (ejerciendo un efecto tóxico directo, ya que a niveles de pH bajos aumenta la toxicidad de los metales presentes en el agua)” (Villamizar, 2008, p. 27).

El autor sostiene que “El pH de un agua se debe sobre todo al equilibrio carbónico y a la actividad vital de los microorganismos acuáticos” (Villamizar, 2008, p. 27). Según la primera afirmación es posible decir “la secuencia de equilibrios de disolución de CO₂ en un agua, y la subsiguiente disolución de carbonatos e insolubilización de

bicarbonatos, alteran drásticamente el pH de cualquier agua” (Villamizar, 2008, p. 27).

Por lo general las aguas naturales tienen un cierto carácter básico, unos valores de pH comprendidos entre 6,5-8,5, los océanos tienen un valor medio de 8. El pH de los vertimientos de aguas residuales puede oscilar mucho; así, las aguas residuales domésticas exhiben pH algunas inferiores a los del agua potable de procedencia.

A diferencia los vertidos industriales que presentan diferentes valores en función de la actividad industrial que los genera, por ejemplo: aguas de minería, industrias metalúrgicas e industrias químicas suelen tener carácter ácido, mientras que las aguas de minas calcáreas o aguas de industrias de bebidas no alcohólicas exhiben carácter básico.

Es importante tener en cuenta que cuando se trata de agua de consumo, los valores extremos de pH pueden provocar irritaciones de las mucosas y órganos internos, e incluso procesos de ulceración.

Coliformes fecales.

La Red Iberoamericana de potabilización y depuración del agua (RIPDA CYTED), define los Coliformes fecales, de la siguiente manera:

Las bacterias que se encuentran con mayor frecuencia en el agua son las bacterias entéricas que colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y son eliminadas a través de la materia fecal. Cuando estos microorganismos se introducen en el agua, las condiciones ambientales son muy diferentes y por consiguiente su capacidad de reproducirse y de sobrevivir son limitadas.

Debido a que su detección y recuento a nivel de laboratorio son lentos y laboriosos, se ha buscado un grupo alternativo de indicadores que sean de más rápida y fácil detección. El grupo más utilizado es el de las bacterias

coliformes. Los coliformes fecales y E. coli en particular, se han seleccionado como indicadores de contaminación fecal debido a su relación con el grupo tifoide-paratifoide y a su alta concentración en diferentes tipos de muestras. Los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44.5°C. Aproximadamente el 95% del grupo de los coliformes presentes en heces fecales, están formados por Escherichia coli y ciertas especies de Klebsiella. (RIPDA CYTED, 2002, p. 216)

Fosfatos totales.

Partiendo de la ficha técnica del DANE, sobre los fosfatos totales es importante tener en cuenta:

El Fósforo es un elemento esencial para la vida como un factor clave limitador de nutrientes, sin embargo contribuye junto con el Nitrógeno a la eutrofización de lagos y otros cuerpos de agua. El fósforo se encuentra en aguas naturales y residuales casi exclusivamente como fosfatos, los cuales se clasifican en ortofosfatos, fosfatos condensados (piro-, meta-, y otros polifosfatos) y fosfatos orgánicos. (DANE 2005 – 2011)

Indicadores de calidad del agua – ica.

A nivel nacional los indicadores de calidad del agua (ICA) son importantes porque posibilitan diagnosticar y caracterizar los factores contaminantes sobre las fuentes hídricas del país, como lo afirman Castro, Almeida, Ferrer & Días “es fundamental para evaluar la incidencia de variables bióticas y abióticas sobre un fenómeno/ ambiente/área” (Castro et al, 2014, p. 110). Son además una de las mejores formas de “monitoreo” como lo afirman los autores citados, actividad que permite la detección

temprana de cambios en la calidad del recurso, “no es sólo hacer mediciones; se reconoce cada vez más que los datos deben estar disponibles” (Castro et al, 2014, p. 112). Es decir comunicados para poder ser realimentados y utilizados en procesos de toma de decisiones e intervenciones. Ahí es precisamente en donde radica la importancia de los indicadores de calidad.

En la determinación de la calidad del agua se han empleado diversas metodologías entre las cuales están “comparación de las variables con la normatividad vigente; los indicadores ICA donde, a partir de un grupo de variables medidas, se genera un valor que califica y cualifica la fuente, y metodologías más elaboradas como la modelación” (Castro et al, 2014, p.114). A partir de entonces es posible decir que la calidad del agua se mide de acuerdo con diferentes parámetros o indicadores que permiten cuantificar el grado de alteración de sus cualidades naturales y según ello se clasifica para un uso determinado.

El ICA se presenta entonces como un instrumento importante para diagnosticar e informar condiciones sobre la calidad del agua a las autoridades sobre el tema y al público en general, constituyéndose como un índice o mejor en “una herramienta matemática para la calidad y puede ser utilizado para transformar grandes cantidades de datos sobre la calidad del agua en una escala de medición única” (Castro et al, 2014, p.114). El agua a través del ICA, se puede clasificar con respecto a su calidad en excelente, buena, pobre, muy pobre y no apta según sus parámetros físicos, químicos y biológicos y su uso se establece como “agua potable, el agua utilizada en la agricultura, el agua utilizada para el ocio (pesca, natación) o agua que se utiliza en la industria” (Castro et al, 2014, p. 114).

El concepto de calidad de agua tiene dos connotaciones, primero desde sus aspectos intrínsecos, es decir, qué contiene, en qué cantidad y segundo desde su aspecto

extrínseco, lo cual significa la calidad que ésta requiere dependiendo de su uso. El indicador de calidad del agua es entonces la manifestación de una cualidad posible de ser medida a partir de sus características físicas, químicas y biológicas, entre ellas se encuentra “turbidez; sólidos en suspensión; color; olor y sabor; temperatura y conductividad” (Fernández, 2012, p. 157).

Contaminación del agua por vertidos de desechos líquidos.

La contaminación del agua como consecuencia de las actividades cotidianas del ser humano en su proceso de industrialización, civilización y desarrollo, es una problemática ambiental de importancia, que termina afectando no solo a la actual generación, sino a las próximas debido al desabastecimiento de recursos naturales necesarios para la supervivencia humana y la vida de todas las especies.

El agua se contamina por medio de la introducción de sustancias a los cuales las cuales en cualquiera de los estados de la materia, altera las propiedades naturales de ella, a tal punto que la hace no apta para el consumo humano. De tal manera es posible que el líquido vital se contamine de manera natural con sustancias tales como arsénico, cadmio, bacterias, arcillas, materias orgánicas, etc y de manera antrópica o por acción del hombre, producto de los desechos líquidos y sólidos que se vierten directa o indirectamente en el agua.

La manera de resolver la contaminación generada por los vertidos dependerá de si los agentes contaminantes demandan oxígeno, favorecen el crecimiento de algas, son infecciosos o solo representan aspecto desagradable.

Limites de referencia para calidad de agua.

Según la Resolución 2115 de 2007, estas son las características físicas y químicas del

agua para consumo humano, las cuales de acuerdo al ICA NSF los valores permitidos son los siguientes:

Figura 3 Indicadores Ica, puntaje de riesgo.

Características físicas	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y Sabor	Aceptable ó no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

Nota: la figura 3 representa los valores máximos permitidos para los indicadores según el modelo de análisis Ica.

Fuente: Tomado de minambiente Res. 2115 de 2007

Figura 4 Indicadores NSF.

Característica	Puntaje de riesgo
Color Aparente	6
Turbiedad	15
pH	1.5
Cloro Residual Libre	15
Alcalinidad Total	1
Calcio	1
Fosfatos	1
Manganeso	1
Molibdeno	1
Magnesio	1
Zinc	1
Dureza Total	1
Sulfatos	1
Hierro Total	1.5
Cloruros	1

Nota: la figura 4 representa los indicadores de acuerdo al modelo de análisis de calidad de agua NSF.

Fuente: Tomado de minambiente Res. 2115 de 2007

Figura 5 Palabras descriptoras y rangos de valor.

Palabra descriptora	Rango numérico
Muy mala	0-25
Mala	26-50
Media	51-70
Buena	71-90
Excelente	91-100

Nota: la figura 5 representa la tabla que expone las palabras descriptoras de acuerdo al rango numérico de valor para los índices de contaminación del agua.

Fuente: Tomado de Minambiente Res. 2115 de 2007

Figura 6 Límites de referencia para agua de consumo humano.

Característica	Puntaje de riesgo
Nitratos	1
Nitritos	3
Aluminio (Al ³⁺)	3
Fluoruros	1
COT	3
Coliformes Totales	15
Escherichia Coli	25
Sumatoria de puntajes asignados	100

Nota: la figura 6 presenta los límites de referencia para comparar los valores de los indicadores de calidad de agua analizados.

Fuente: Minambiente Res. 2115 de 2007

Continuando con el desarrollo del documento se presentan la terminología utilizada en el proyecto, para mejorar su comprensión.

Marco conceptual

Conceptos alusivos al sustento teórico:

Agregados Suelos: Grava, gravilla, arena y rechos y similares.

Calidad del Agua: Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia. (Decreto Número 1575, 2007, p. 1)

Concepto Sanitario: Es el resultado de evaluar la calidad del agua para consumo humano con base en las visitas de inspección sanitaria y análisis de los criterios y normas de las características del agua, los cuales podrán ser favorable, favorable con requerimientos y desfavorable. (Decreto Número 1575, 2007, p. 2)

Contaminación del Agua: Cualquier cambio químico, físico o biológico en la calidad del agua que tiene un efecto dañino en cualquier cosa viva que consuma ese agua. Cuando los seres humanos beben el agua contaminada tienen a menudo problemas de salud. La contaminación del agua también puede hacer a está inadecuada para el uso deseado (Rotterdamseweg 402 M. 2015)

Emisiones Fugitivas: Son emisiones episódicas que se producen en forma dispersa por acción del viento o alguna acción antropogénica (Resolución 541, 1994).

Indicador de Riesgo de Calidad de Agua (ICA): El ICA es un número (entre 0 y 1) que señala el grado de calidad de un cuerpo de agua, en términos del bienestar humano independiente de su uso. Este número es una agregación de las condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicas del cuerpo de

agua, el cual da indicios de los problemas de contaminación (IDEAM, 2014).

Indicador de Calidad de Agua (WQI): Es un indicador desarrollado en 1970 por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos, en el cual se elaboraron unas curvas de función relacionando el valor de calidad (Q) con el resultado obtenido para los parámetros identificados como de mayor importancia: Oxígeno Disuelto, Coliformes Fecales, pH, DBO5, Nitratos, Fosfatos, Desviación de la Temperatura, Turbidez y Sólidos Totales (Universidad de Pamplona).

Teniendo en cuenta que el presente proyecto aplicado se fundamenta en los estudios de factibilidad del acueducto regional proyectado para el área de estudio, es importante reconocer lo concerniente a concesiones de agua, en aras de determinar si el agua se encuentra sin riesgo para el consumo humano.

Concesiones de agua para consumo humano: De acuerdo con el Decreto 1575 de 2007, Para la expedición o renovación de las concesiones de agua para consumo humano, a quien le interese deberá, antes de acudir a la autoridad ambiental competente, obtener la autorización sanitaria favorable, presentando la caracterización del agua que se va a utilizar para consumo humano y el sistema de tratamiento propuesto, de acuerdo con la Resolución 1096 de 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico o la que la modifique, adicione o sustituya y lo dispuesto en el Decreto 1594 de 1984 o la norma que lo modifique, adicione o sustituya. En este caso, la autoridad sanitaria se hará cargo de la expedición de la autorización sanitaria respectiva para todos los municipios de su jurisdicción, independientemente de su categoría.

Metodología

Tipo de estudio

El presente estudio es un proyecto aplicado que parte del diagnóstico de contaminación de la microcuenca La Guache a través del modelo de análisis de Indicadores de Calidad de Agua (ICA) y la Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos (NSF), de los cuales en el apartado denominado análisis de los resultados, se detallará el procedimiento para hallar el cálculo de los índices.

Enfoque del estudio

Mixto, teniendo en cuenta que en él se utilizan instrumentos propios de la investigación cualitativa (encuestas ver anexo 3) y pruebas de laboratorio realizadas a las muestras de agua de la microcuenca, lo cual da su aporte cuantitativo al estudio.

Instrumentos de recolección de información

Encuesta:

Para la recolección de la información en el presente proyecto aplicado se empleó una encuesta estructura (ver anexo 3).

Resultados de análisis de laboratorio a muestras de agua de la microcuenca:

Se retomaron los análisis de laboratorio de salud pública departamental realizados a muestras del agua de la microcuenca, tomadas en tres puntos de la misma, ubicados en su parte alta, media y baja, que para el presente proyecto son llamados punto 1 (parte alta), punto 2 (parte media) y punto 3 (parte baja), (ver anexo 2) tomas que recogió la administración municipal en la microcuenca y que se analizaron en el año 2015, como requisito para el otorgamiento de la licencia de concesión del agua por la CAM, para el acueducto veredal.

Definición del tamaño de la muestra

De acuerdo a la información suministrada por el Proyecto Educativo Institucional de la Institución educativa Bateas (PEI) (2019, p. 23) la población total es de 500 habitantes aproximadamente entre personas de todas las edades y géneros, sin embargo para el presente estudio se toma solo la población ribereña a la microcuenca La Guache, que corresponde a 130 personas y de ellas una población de estudio de 73 personas con la característica principal de ser los jefes de hogar, de los cuales por medio de cálculo matemático se encuestaron 50 personas, teniendo en cuenta superar el margen de error dispuesto en el cálculo.

Para determinar la muestra de la población se aplicó la siguiente fórmula propuesta por López (2004):

$$m = \frac{N}{(N-1) * K' + 1} \quad \text{Muestra es igual a universo de población sobre}$$

Universo de población menos 1 por el margen de

Error al cuadrado, por 2 mas 1.

$m = 33$ (por criterio del investigador se determinó superar el numero a 50)

De manera aleatoria se aplicó la encuesta, siguiendo el siguiente proceso:

1. Identificación de la población.
2. Caracterización de las categorías de la población.
3. Cálculo de la muestra.
4. Asignación de un número a cada una de las categorías de la población anotando en una ficha de cartulina; luego se colocaron en una bolsa.
5. Extracción de una por una de las fichas de acuerdo a la cantidad total del tamaño de la muestra. Cada ficha, extraída será componente de la muestra.
6. Se continuó con el procedimiento hasta completar la cantidad que se seleccionó en la muestra.

Formulas y/o procedimiento para hallar los índices de contaminación

DBO:

De acuerdo al documento del IDEAM sobre Demanda Bioquímica de Oxígeno – 5 días, incubación y electrometría El procedimiento para hallar la DBO es el siguiente:

Llene la garrafa con agua destilada, la necesaria para el análisis, teniendo en cuenta que el gasto aproximado es de 300 mL por botella winkler y van a utilizar, 3 botellas para blanco, 3 botellas para cepa más agua de dilución, 3 botellas para estándar, 4 botellas para muestras y 1,5 L adicionales. Reserve el volumen de agua destilada desde el día anterior. Airee el agua por dos horas mínimo, utilizando la bomba de los acuarios, que se encuentra disponible en el

lugar de trabajo. Verifique que la temperatura del agua de dilución sea de $20 \pm 30^{\circ}\text{C}$, controle la temperatura, midiéndola con el oxímetro a una muestra que se toma en una botella Winkler, repita el proceso hasta llegar a 19°C . Agregue 1 6a preparar: Solución tampón de fosfatos, Solución de sulfato de magnesio, Solución de cloruro de calcio, Solución de cloruro de hierro. (2007, p. 6)

El mismo documento orienta que se efectúe los cálculos por medio de la ecuación (IDEAM, 2007, p. 9):

Donde:

$$DBO_5, mgO_2/L = \frac{(OD_{Consumido} - OD_{consumo\ cepa})}{Vm} * V$$

OD consumido: $OD_i - OD_r$

OD consumo cepa: $OD_i (\text{agua de dilución} + \text{cepa}) - OD_r (\text{agua de dilución} + \text{cepa})$

V = Volumen de la botella Winkler, que el valor promediado es de 293 ml.

V_m = Volumen de alícuota de la muestra afectado por el factor de dilución

Sólidos Totales:

Para hallar Sólidos totales según la Universidad Tecnológica de Panamá se requiere:

Agua fuertemente mineralizada con una concentración significativa de calcio, magnesio, cloruro y/o sulfato, puede ser higroscópicas y requerir un secado prolongado, una desecación prolongada y un pesado rápido. b. Minimícense las partículas gruesas flotantes o los aglomerados sumergidos de materiales no homogéneos si se decide de su inclusión no es deseable en el resultado final. c. Dispérsese con un mezclador la grasa y el aceite flotante antes de separar una porción de muestra para análisis. (2006, p. 4)

La formula que detalla la misma Universidad (2006, p. 4) es la siguiente:

$$\text{Volumen de muestra (mg) de solidos totales} = \frac{A-B \times 1000}{\text{Vol (ml)}}$$

Donde: A = Peso del residuo seco mas crisol en mg.

B = Peso del crisol en mg.

Vol (ml) = Volumen de muestra (ml de la Muestra).

Coliformes fecales:

El procedimiento y formula para hallar los Coliformes fecales en el agua según el IDEAM y su documento sobre Coliformes totales y E. coli por el método de filtración por membrana en agar chromocult, es el siguiente:

Se prepara una cantidad de agua peptonada al 1% dependiendo Del volumen que se va a utilizar. Se esterilizan los frascos Schott y las cajas de petri 121°C por 15 minutos y 15 psi. Se esterilizan embudos, frizas, pinzas a 121°C por 15 minutos. Se prepara el medio de cultivo Chromocult. (2007, p. 14)

En el documento citado se afirma que:

La identificación de la E. coli tiene lugar detectando las enzimas de beta-Dglucoronidasa y triptofanasa. El 94 % de las cepas de E.coli poseen esta enzima y la formación de Indol a partir de triptófano es positiva en el 99 % de todas las cepas de E.coli. (2007, p. 17)

Índice de calidad del agua:

Se calcula el índice de calidad del agua agregado, usando una suma lineal ponderada de los subíndices. El NSF usó una suma lineal ponderada. El resultado de su aplicación, debe ser un número entre 0 y 100, donde 0 significa baja calidad de agua y 100 significa buena calidad de agua.

$${}^n\text{WQI} = \sum SI_i W_i$$

$i=1$

Dónde: WQI: índice de Calidad de Agua

SIi: Subíndice del Parámetro i

Wi: Factor de Ponderación para el Subíndice i

Figura 7 Hoja de calculos pesos ponderados Ica - NSF.

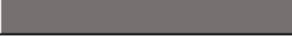
PARAMETRO	UNIDADES	W1
COLIFORMES FECALES	NMP/100 mL	0.15
pH	unidades de pH	0.7
DBO ₅	DBO ₅ mg/L	0.11
T°	°C	0.1
TURBIDEZ	NTU	0.05
SOLIDOS TOTALES	mg/ L	0.08

Nota: la figura 7 presenta los cálculos pesos ponderados Ica – NSF, lo cual se requiere apra determinar la calidad del agua analizada.

Fuente: Tomado de Fernández & Solano (2005)

El resultado final es interpretado de acuerdo con la siguiente escala de clasificación, en donde el color correspondiente a cada rango, índice usado en estudios ambientales:

Figura 8 Rango de calidad del agua.

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		91 a 100
Buena 71 a 90		71 a 90
Regular 51 a 70		51 a 70
Mala 26 a 50		26 a 50
Pésima 0 a 25		0 a 25

Nota: la figura 8 indica la escala de rango por colores y valores para el índice de calidad del agua.

Fuente: Tomado de Ica - NSF

Para establecer los valores de los subíndices, se calcularon promedios aritméticos de las valoraciones para todas las variables; los pesos temporales fueron calculados dividiendo la importancia de cada parámetro sobre la valoración del peso de la variable de mayor importancia, lo que produjo los pesos finales. Entonces se tiene: Coliformes fecales, 0.15; pH, 0.7; DBO, 0.11; Temperatura, 0.15; turbiedad, 0.05; y sólidos totales, 0.08.

Proceso metodológico

1. Para identificar los impactos ambientales que se presentan en la quebrada La Guache del Municipio de Acevedo – Huila, se realizó una búsqueda en bases de datos de la zona (Institución Educativa) con el objetivo de reconocer la cantidad de habitantes y a partir de esto poder calcular la muestra representativa de habitantes que bajo la categoría de jefe de hogar, participará del estudio con sus respuestas a la encuesta realizada. Reconociendo el número de personas en la zona, con la característica de ser Jefe de hogar (73) se determinó la población a encuestar según la fórmula descrita en el apartado de la población y se procedió a aplicar igual número de encuestas que aportaran la información sociocultural relevante en el estudio.

En esta etapa se aplicó la encuesta (anexo 3) de reconocimiento social a los pobladores aledaños a la quebrada La Guache, con la cual se buscó identificar sus prácticas socioculturales que afectan negativamente la microcuenca, es decir en dónde y cómo se vierten las aguas residuales domésticas, (provenientes de la cocina, el baño, el lavadero), en donde arrojan los desechos sólidos y los orgánicos, en dónde y cómo se depositan las aguas residuales producto de la producción del café y que hacen para conservar la fuente; se aplicaron las encuestas a las personas jefes de hogar que residen cerca a la quebrada y que posiblemente contaminan directamente sus aguas.

Instrumento de recolección de información que después de ser clasificada y analizada arrojó datos valiosos en porcentajes para el reconocimiento y la descripción de las prácticas humanas más importantes que estén afectando la calidad del agua de la microcuenca, (identificación de impactos ambientales) datos que se analizaron manualmente mediante tablas de análisis y porcentajes y que a manera de interpretación harán el aporte cualitativo al presente proyecto aplicado.

En esta etapa se hizo también el trabajo de campo del cual se presentan algunas fotografías, (ver anexo 4) el cual se inició con el recorrido de toda el área de la quebrada, empezando desde el punto donde nace la quebrada La Guache hasta su desembocadura al río Suaza. Con la ayuda de un sistema de geoposicionamiento satelital (GPS, siglas en ingles), se tomaron puntos dentro de las coordenadas geográficas para el posicionamiento de la trayectoria recorrida por la quebrada La Guache. El objetivo es reconocer las características de la zona, se tomaron fotografías de los sitios en donde se dan las descargas de desechos líquidos y sobre la presencia de los desechos sólidos.

2. Para evaluar los impactos ambientales a partir de los cuales se pueda elaborar el diagnóstico ambiental y con la información obtenida en la encuesta y el levantamiento de información de línea base que reposa en la alcaldía del municipio (resultados del análisis de laboratorio de salud pública departamental del Huila, realizado a las muestras de agua en los tres puntos de toma de la microcuenca el 10 de junio de 2015 (parte alta (punto 1), media (punto 2) y baja (punto 3)) para la concecion de agua de la quebrada con el objetivo de consuo humano y la Institución Educativa del área de influencia de la microcuenca, se procedió a evaluar los impactos ambientales que generaran contaminación sobre la Fuente hídrica, con dicha información fue posible

conocer su longitud, latitud, caudal, ubicación (coordenadas), límites, población aledaña, estudio de factibilidad y el concepto técnico para el acueducto Regional que comprende las veredas Buena Vista, Los Olivos, Bombonal y Bateas, así como los resultados del análisis físico químico (ver anexo 2), analizado por el laboratorio departamental a las muestras de agua tomadas de la fuente, en los cuales se determinan características de calidad del agua.

Con los resultados de estos instrumentos, y sobre los índices de referencia del modelo NSF, se procedió a evaluar los principales impactos ambientales sobre la microcuenca por acción antrópica a partir de los límites permitidos y calificar el estado general del agua, identificando el deterioro o la mejora de la misma. Por medio de una matriz de impactos ambientales, causas y efectos tipo Leopold (Figura 18), una matriz DOFA (tabla 5) y una matriz de impactos y puntos críticos (tabla 4)

3. Finalmente en la elaboración del plan de manejo que permita la mitigación de los impactos ambientales encontrados, se elaboró tuvo en cuenta los objetivos de limpiar la fuente de desechos orgánicos y sólidos, sembrar especies nativas en la ribera de la microcuenca y visitas de sensibilización puerta a puerta a los pobladores, sobre el cuidado y preservación de la misma. Estas medidas son detalladas en el Plan de Manejo Ambiental mediante la elaboración de fichas de fácil aplicación elaboradas para este Proyecto aplicado para cada uno de los proyectos, las cuales contienen lo siguiente:

- Objetivo
- Etapa de aplicación y duración (tiempo)
- Tipo de Medida
- Impactos a manejar

- Medidas de manejo para prevenir, mitigar, compensar y controlar impactos que se generen durante la construcción.
- Meta
- Responsables de su ejecución.

A continuación se presenta el formato de la ficha utilizada:

Tabla 1

Ficha de Plan de Manejo Ambiental

PROYECTO 1			
OBJETIVOS			
MANEJO AMBIENTAL			
ETAPA DE APLICACIÓN		Tiempo:	
PRE CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN
TIPO DE MEDIDA			
PREVENCIÓN	CONTROL	MITIGACIÓN	COMPENSACIÓN
RESPONSABLES			
RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN			
IMPACTOS A MANEJAR		META	
MEDIDAS DE MANEJO A IMPLEMENTAR			

Nota: en la Tabla 1 se presenta el esquema o modelo de ficha para el plan de manejo.

Fuente: Elaboración propia

Resultados y discusiones

A continuación se presentan a por medio de tablas de síntesis (tabla 2, tabla 3), los resultados en porcentajes que proporcionaron la encuesta (ver anexo 3) aplicada a los habitantes de la zona de la microcuenca y los resultados del análisis hecho a las muestras de agua tomadas de la microcuenca en el año 2015 (ver anexo 2) por la Administración municipal para efectos del proyecto del acueducto regional y que analizara y reportara el laboratorio de salud pública departamental del Huila; instrumentos empleados para la recolección de la información en el presente proyecto aplicado.

Resultados de la encuesta aplicada a los pabladores ribereños de la microcuenca la Guache, para determinar posibles acciones antrópicas negativas sobre la quebrada.

Tabla 2

Resultados Encuesta

Pregunta de la encuesta	Respuestas	Número de respuestas	Porcentaje	Factor crítico
Hace cuanto que reside en la vereda.	1 año	5	10%	
	menos de 1 año	2	4%	
	entre 2 y 5 años	15	30%	
	más de 5 años	28	*56%	
En donde arroja las	Pozo septico	20	40%	

aguas que artesanal proviene del baño en su casa.	Pozo septico tipo tanque	5	10%	
	A la quebrada directamente	25	50%	Vertimiento de aguas residuales directamente a la quebrada
En donde arroja las aguas provenientes de la cocina de su casa.	A la quebrada directamente	40	80%	Vertimiento de aguas residuales directamente a la quebrada
	Al suelo	10	20%	
Las aguas provenientes del lavado del café (beneficiaderos), las arroja a:	La quebrada directamente	45	90%	- Tiempo de cosecha. - Vertimiento de aguas del lavado del Café
	Al suelo	5	10%	
	laguna de estabilización	0	0%	
Que hacen con los residuos sólidos (bolsas plasticas, tarros, vidrios, llantas...) que generan en la casa	Los queman	38	76%	Contaminación de la microcuenca por filtraciones de residuos de quema de residuos.
	Los depositan a la quebrada	12	24%	Disposición final de residuos sólidos.
	Los reciclan	0	0%	
	Otro	0	0%	
Cómo cuidan ustedes, en familia	Limpieza de residuos sólidos	0	0%	

de la quebrada que				
pasa cerca de su	Siembra de arboles	5	10%	
vivienda:				
	Tratan el agua residual antes de arrojarla a la quebrada	0	0%	
	No la cuidan	45	90%	Falta de conciencia social frente al cuidado del ambiente
Normalmente para que utiliza el agua de la quebrada.	Para consumo humano	12	24%	Consumo de agua cruda y contaminada
	Para consumo animal	20	40%	
	Para lavado de ropa	10	20%	
	Para regar los cultivos	10	20%	
	Para lavado del Café	50	100%	Contaminación de la quebrada en tiempo de cosecha
	Para depositar las aguas servidas	50	100%	Contaminación de la quebrada por vertimiento de aguas residuales
Duranre los años que ha vivido cerca de la quebrada,	SI	45	90%	

¿alguna vez pescó en ella?	NO	5	10%	
¿Hace cuantos años que había peces en la quebrada?	Menos de un año	0	0%	
	Más de un año	0	0%	
	Cuánto tiempo	50, mas de diez años	100%	Perdida de la biodiversidad de la quebrada desde hace vario años.

Nota: en la Tabla 2 se presenta los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a la población ribereña (muestra) y se evidencia a través de porcentajes de respuestas, el color verde resaltado indica los porcentajes con mayor puntuación

Fuente: Elaboracion propia

Matriz de datos físico químico y microbiológico obtenidos durante el estudio.

Los siguientes resultados como se expone en el párrafo introductorio de este capítulo del proyecto aplicado, son tomados del análisis y reporte que hizo el laboratorio de salud pública del departamento del Huila en el año 2015, sobre las muestras de agua tomadas por la administración municipal el 10 de junio del mismo año, con el objetivo de enviar a estudio al ente competente, la viabilidad de concesión para el acueducto veredal de la zona.

Tabla 3

Datos Físico Químicos y Microbiológicos

Punto de toma de la muestra	MES año	TEMPERATURA °C	PH	DBO ₅	SOLIDOS TOTALES	COLIFORMES FECALES NMP/100ml	TURBIEDAD UNT
-----------------------------	---------	----------------	----	------------------	-----------------	------------------------------	---------------

Parte alta	Jun 2015	15	6,9	2,8	187	10	5,5
Parte media	Jun 2015	22	7,1	3,03	173	15	5,9
Parte baja	Jun 2015	17	7,1	3,04	488	24	14,47
Promedios		18 °C	7,0	2,95 mg/l	282.6 mg/l	16.3 NMP/100ml	8.6 UNT

Nota: en la Tabla 3 se presentan los resultados del análisis físico químico realizado a las muestras de agua tomadas en la quebrada.

Fuente: Tomado de Laboratorio de salud pública departamental (2015)

Análisis de resultados

A partir de los resultados obtenidos en la encuesta y en los resultados de laboratorio expuestos anteriormente, se realiza a continuación el análisis de los mismos en virtud de determinar los impactos ambientales que se presentan en la microcuenca, evaluarlos y poder elaborar el plan de manejo para su cuidado, recuperación y descontaminación; lo cual constituye los objetivos del presente proyecto aplicado.

Identificar los impactos ambientales que se presentan en la quebrada La Guache del Municipio de Acevedo – Huila

Las personas encuestadas que en su mayoría llevan residiendo en la vereda por más de cinco años, coinciden en afirmar en un 90% que sus aguas residuales son vertidas directamente a la quebrada, lo cual es muy preocupante al tener en cuenta los altos valores de contaminación que generan en cada uno de los parámetros fisicoquímicos medidos en los estudios de calidad de agua para consumo humano (Oxígeno disuelto, Coliformes fecales, pH, DBO, Nitritos, Fosfatos totales, Temperatura, Turbiedad, Solidos totales).

Igualmente preocupante es la práctica de quema de residuos sólidos que el 76% de los encuestados aceptaron realizar y se suma a ello el 24% que dijeron arrojar los residuos directamente a la quebrada, crece la acción antrópica contaminante sobre la microcuenca; las quemas generan residuos y escurrimientos de sustancias contaminantes orgánicos, causando la presencia de materia orgánica ($C_xH_yO_z$) a través de bacterias, microorganismos y oxígeno los cuales acidifican el agua, eliminan el oxígeno vital para la vida de las especies acuáticas alterando la biodiversidad de la microcuenca y sus ecosistemas y con ello su calidad para consumo humano. Es por tal razón que el agua de la microcuenca se presenta de aspecto turbio, genera olor desagradable y se evidencia ausencia de peces en sus aguas.

Se presenta también como una oportunidad de mejoramiento importante, la respuesta de no cuidado de la quebrada que dieron los encuestados, ya que el 90% de las personas encuestadas afirmaron no cuidar la quebrada de ninguna manera, lo cual es concordante con los altos porcentajes de prácticas nocivas que la impactan como son los vertimientos de aguas residuales y del lavado del Café; afectación antrópica que viene generando sus consecuencias desde hace muchos años y que desequilibra la biodiversidad de la microcuenca de manera importante.

Para evaluar los índices de contaminación a partir de los factores críticos descritos anteriormente y deterioro del agua de la microcuenca, se empleó el índice de calidad del agua (ICAs) - (NSF) fundación Nacional de Saneamiento, en donde se incorporaron los parámetros: temperatura, pH, DBO₅, Sólidos totales, Coliformes fecales y Turbiedad. “La cual es una expresión simple de una combinación de un número de variables fisicoquímicas y microbiológicas fácil de interpretar, ya que agrupan los elementos contaminantes más representativos para determinar el deterioro de las aguas superficiales” (León, 1992). Pero antes de ello se hizo la visita de campo en áreas de reconocer las características físicas de la quebrada y sus problemáticas mediante la observación y registro fotográfico (ver anexo 4), en donde fue posible observar a simple vista materia orgánica, desechos sólidos contaminando la microcuenca y descargas o vertimientos directos sobre ella de aguas servidas provenientes de las casas vecinas o ribereñas, así como percibir el olor desagradable de sus aguas en su parte media y baja principalmente.

Retomando ahora los resultados, valores fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras tomadas a la quebrada en el 2015 por la administración municipal en marco del proyecto para el acueducto veredal del área de influencia de la quebrada y validado por el laboratorio de salud pública departamental y que fueron suministrados por la alcaldía, se presenta el análisis a los mismos en aras de determinar el grado de contaminación de la quebrada en los tres

puntos de toma de las muestras (parte alta (punto 1), media (punto 2) y baja (punto 3)).

Descripción y análisis de los resultados de los parámetros físico químicos y microbiológicos, reportados en el informe de laboratorio expedido por el laboratorio de salud pública del departamento del Huila (2015).

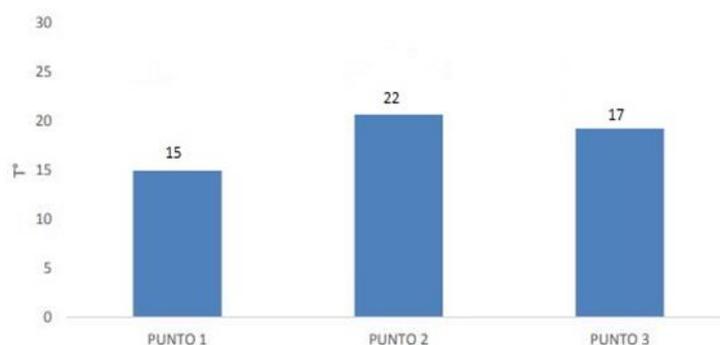
Temperatura.

Los resultados presentados en la tabla N° 3 evidencian que la temperatura osciló entre los 15. °C y los 22 °C. Comparando los datos de los tres puntos de toma de las muestras (alta, media y baja), ello principalmente a condiciones como la vegetación existente en los diferentes puntos, así por ejemplo en la parte alta la cobertura vegetal es a nivel de bosque y gramíneas dando como resultado la poca entrada de luz directa sobre el cauce de la quebrada, disminuyendo su temperatura mínima promedio, de 15°C, en la parte media hay bastante entrada de rayos de luz directos, puesto que no hay vegetación considerable en la zona, como ocurre en la parte baja de la misma.

El cambio climático actual a llevado a que en temporada de lluvias, (mes de septiembre), éstas sean más fuertes, y en lapsos de intensidad lumínica la temperatura sea mas elevada que de manera habitual, sumado a lo que ocurre en la parte media y baja, que por la poca profundidad de la quebrada la luz solar calienta más fácil el agua, dando como resultado para el estudio temperaturas más elevadas y mayores concentraciones de oxígeno disuelto (OD) en dichas partes de la microcuenca.

En la figura 9 se observa la variación de la temperatura del agua: punto 1 parte alta (15°C); punto 2 parte media (22 °C); punto 3 parte baja (17 °C). La temperatura disminuye en las partes altas de la quebrada, cerca de su nacedero.

Figura 9 Variación de temperatura.



Nota: en la figura 9 se evidencia cómo en los tres puntos de toma de muestras de agua en la quebrada, la temperatura va cambiando.

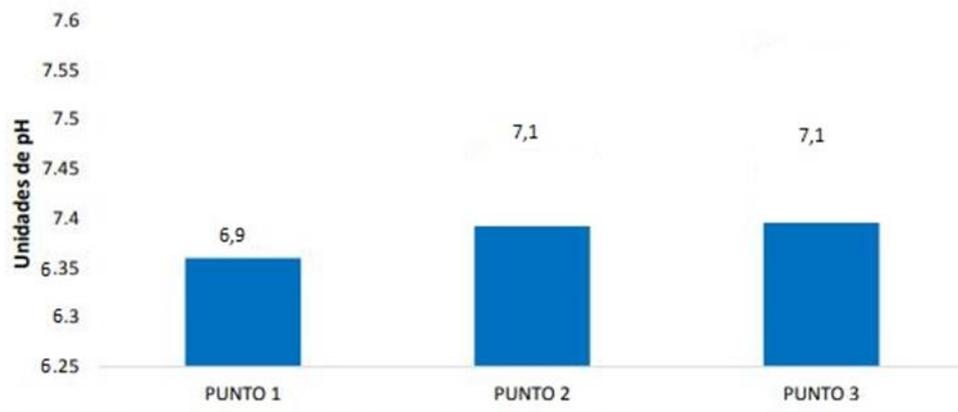
Fuente: Tomado de Laboratorio de salud pública departamental (2015)

PH.

El PH durante el mes de junio del año 2015, de acuerdo al muestreo en la parte alta (punto 1), media (punto 2) y baja (punto 3) de la quebrada, registró un “pH óptimo” (OMS, 2004; Decreto 1594 de Junio 26 de 1984). De 6,5 a 8,5. El valor de pH de la quebrada la Guache indica que es apto para garantizar la vida de la fauna y flora acuática y a su vez evidencia la ausencia de industrias y sus contaminantes en la zona, ya que de ser así el pH del agua sería ácido y la vida acuática se vería seriamente afectada.

En la siguiente Figura, se observa la variación de pH en función de los puntos de toma de las muestras: punto 1 parte alta (6.9); punto 2 parte media (7.1); punto 3 parte baja (7.1). El valor de pH en la parte media y baja, es debido al incremento de la temperatura.

Figura 10 Variación de pH.



Nota: en la figura 10 se evidencia cómo en los tres puntos de toma de muestras de agua en la quebrada, el pH va cambiando.

Fuente: Tomado de Laboratorio de salud pública departamental (2015)

Sólidos totales.

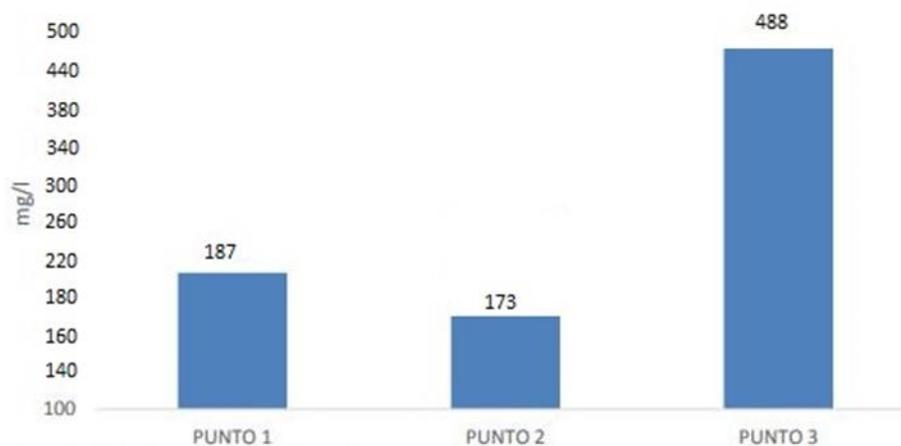
Los sólidos presentes en el Agua de la microcuenca son de origen orgánico y/o inorgánico y estar representados por hojas vegetales, sedimentos, plancton, fertilizantes y provienen de las diferentes actividades domésticas y agrícolas. En el punto de toma 3, es decir en la parte baja de la microcuenca, en la composición de las aguas residuales, se encontró una concentración de (488 mg/l), lo cual es un valor importante de sólidos totales encontrados, ocasionado por las fuertes lluvias y el transporte de desechos originados por actividades domésticas ya que la quebrada en el punto de toma estudiado se encuentra a pocos metros del casco urbano y por la acumulación de carga orgánica e inorgánica de la cuenca alta por agroquímicos, pesticidas, aguas servidas, sólidos totales fuertes y sobrepastoreo.

Hay diferencias significativas del parámetro debido a las fuertes lluvias y el arrastre de todo tipo de material de la zona, siendo estos incorporados a las aguas como consecuencia de escorrentía. Este aumento del valor es debido a las causas antrópicas de este punto de muestreo provocando mucha actividad anaeróbica béntica.

En la Figura se presenta un reporte de variación de la concentración de los sólidos totales

del agua en función de los puntos de estudio: punto 1 parte alta (187 mg/L); punto 2 parte media (173 mg/L); punto 3 parte baja (488 mg/L).

Figura 11 Variación de SST.



Nota: en la figura 11 se evidencia cómo en los tres puntos de toma de muestras de agua en la quebrada, los valores para los sólidos suspendidos totales va cambiando.

Fuente: Tomado de Laboratorio de salud pública departamental (2015)

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5).

Con respecto a la DBO₅ se observa valores entre las partes de la microcuenca analizadas, alta, media y baja de 2.8, 3.03, 3.04 mg/L con límites establecidos para aguas superficiales, con explicación de una DBO₅ fuera de los límites permisibles debido a que existen un moderado número de coliformes fecales. Las aguas residuales provienen de actividades domésticas, y agrícola. El indicador cambia en el punto 2 o parte media de la quebrada, ya que es donde se concentra el asentamiento humano y continúa haciéndolo aguas abajo de la misma ante los vertimientos directos a la microcuenca por los pobladores de aguas con alto

contenido de materia orgánica, tal como se evidencia en la siguiente Figura:

Figura 12 *Vertimientos en la quebrada.*



Nota: en la figura 12 se evidencia algunos de los vertimientos directos provenientes de sus casas (baños, lavaderos, beneficiaderos) que hace la población ribereña de la quebrada a sus aguas

Fuente: Tomado de Laboratorio de salud pública departamental (2015)

Coliformes fecales (UFC/100ML).

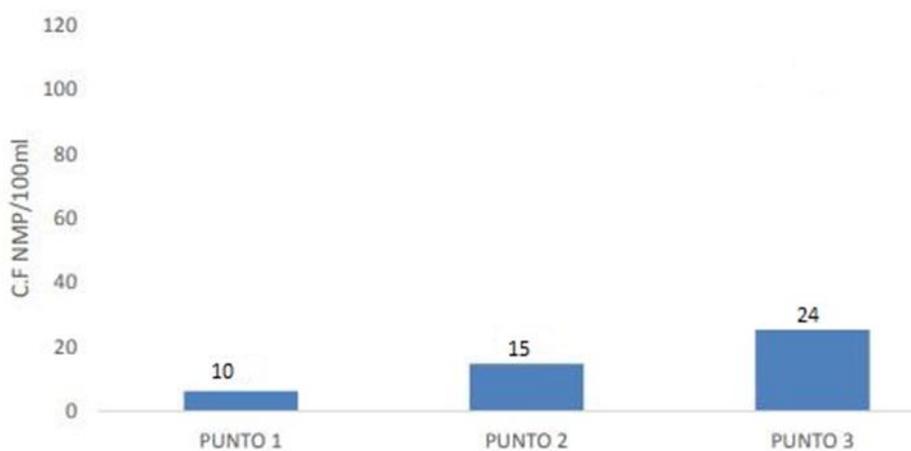
Cuando la población se enferma por transmisión de agua contaminada, depende del tipo y el número de patógenos ingeridos, donde se encuentran enfermedades intestinales, fiebre tifoidea, gastroenteritis viral o bacteriana y hepatitis. En el agua el contacto directo o indirecto, afecta de una u otra forma la incidencia de los microorganismos en el cuerpo y el valor permisible del parámetro analizado (Decreto 1575 de 2007). El gran número de descargas fecales que hace la población ribereña de la microcuenca directamente sobre ella, se relaciona al grado de contaminación ocasionada en el agua.

Es por tal razón que en la parte baja de la microcuenca, es decir el punto 3, se registro un valor de (24 NMP/100ml), lo que se describe como un mayor crecimiento de coliformes fecales, notándose la diferencia con los demás puntos de toma (2 y 3), partes media y alta de

la quebrada evaluadas durante el muestreo. Aquí se trae a colación la temperatura, porque también ejerce influencia sobre el crecimiento y reproducción de los microorganismos en el sitio; el valor del indicador aumenta en este punto debido a la cantidad de desechos humanos, provenientes de las casas, especialmente de los baños, la defecación a cielo abierto cerca a la quebrada y del ganado, que ha recibido la microcuenca en su trayectoria.

Los sulfatos por acción de las bacterias anaeróbicas, son reducidos a sulfuros y luego a anhídrido sulfuroso. El ácido sulfhídrico ocurre en forma natural y como producto de actividades humanas, se forma del anhídrido sulfuroso; el SO_3 forma ácido sulfúrico cuando entra en contacto con agua, causando problemas a la salud y al medio ambiente.

Figura 13 Variación de coliformes fecales.



Nota: En la Figura 13 se observa los resultados en los parámetros microbiológico, en relación a los coliformes fecales: punto 1 parte alta (10 NMP/100 mL); punto 2 parte media (15 NMP/100 mL); punto 3 parte baja (24 NMP/100 mL).

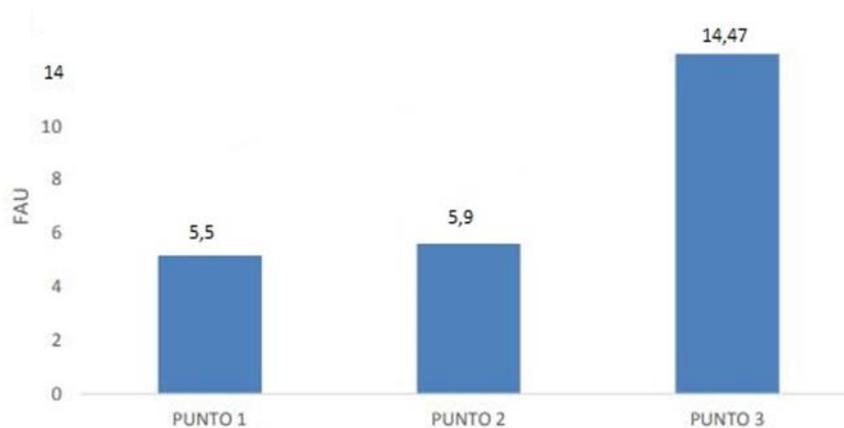
Fuente: Tomado de Laboratorio de salud pública departamental del Huila (2015)

Turbiedad.

La turbiedad arrojó registros que oscilan entre los 5,5 y 14,47 UNT respectivamente,

debido a las características del terreno, al arrastre de sedimentos y a la erosión en el sitio, aumentando la turbiedad y la temperatura del agua reduciendo los niveles de oxígeno disuelto ya que las partículas dispersan la luz e impiden la actividad de los organismos en el agua.

Figura 14 Variación de turbidez



Nota: En la Figura 14 se evidencia la variación de la turbidez del agua en función de los puntos de estudio: punto 1 parte alta (5.5 NTU); punto 2 parte media (5.9 NTU); punto 3 parte baja (14.47 NTU).

Fuente: Tomado de Laboratorio de salud pública departamental del Huila (2015)

Análisis del cálculo del índice.

El índice de calidad del agua es relativo a las condiciones de contaminación, cuando la calidad es mala, el valor ica disminuye, y cuando el índice de calidad es bueno, quiere decir que el agua de la quebrada la Guache posee una alta diversidad de vida acuática. En los tres puntos de toma, los valores del cálculo del índice se ubicaron de acuerdo a la escala de rango de calidad del agua propuesto en los modelos de análisis ica – NSF, en calidad mala (entre 26 y 50), sin embargo hay ligeras diferencias en los valores de las tres partes de la quebrada analizadas y puntos de toma de las muestras, encontrando que el menor índice esta en la parte

alta de la microcuenca, situación que demuestra la fuerte influencia negativa que tiene la acción antrópica de los ribereños de ésta presentes en su parte media y baja.

En términos generales se puede deducir que en épocas de verano y de no cosecha el comportamiento de contaminación de la microcuenca esta dentro de un rango aceptable de calidad de agua, cabe destacar que en las épocas de lluvia y de cosecha los valores registrados presentan un deterioro leve pero de gran interes como consecuencia de la actividad antrópica en el sitio.

Ahora se presentan los índices de calidad promedio para cada punto de toma de muestra en las partes de la quebrada, tomando de base los resultados del análisis de laboratorio practicado a las muestras de agua recogidas en ella y presentados en la tabla 3; índices que sustentan lo analizado en el párrafo anterior.

Figura 15 Indicadores de calidad promedio, punto de toma 1, parte alta.

Parámetro	Unidad	Resultados	Valor (S ₁)	Valor (W ₁)	SUBTOTAL
COLIFORMES FECALES	NMP/100 mL)	10	80	0.16	12.8
pH	unidades de pH	6,9	88	0.11	9.68
DBO	DBO.en mg/L	2,8	73	0,11	8,03
T°	°C	15	19	0.1	1.9
TURBIDEZ	NTU	5,5	82	0.08	6.56
SOLIDOS TOTALES	mg/ L	87	84	0.07	5.88
SUMATORIA INDICE					44,85

Nota: en la figura 15 se presenta el valor promedio de calidad para el punto de toma de muestra 1

Fuente: Tomado de Laboratorio de salud pública departamental (2015)

En la parte alta (punto 1), se obtuvo un valor de 44.85 en el rango de calidad de agua de 26 a 50 en el cual indica que es de mala calidad y que por ende no sirve para consumo humano. A continuación se presenta la Figura 16 de los promedios de calidad para el punto 2:

En la parte media (punto 2), se obtuvo un valor de 42.77 en el rango de calidad de agua de 26 a 50 en el cual indica que es también de mala calidad, lo se espera en relación a la alta presencia de pobladores en su ribera y a las nocivas prácticas de manejo de residuos y descargas de aguas servidas, evidenciadas a través de la encuesta aplicada en la zona.

Figura 16 *Indice de calidad promedio, punto 2, parte media de la microcuenca.*

Parámetro	Unidad	Resultados	Valor (S₁)	Valor (W₁)	SUBTOTAL
COLIFORMES FECALES	NMP/100 mL)	15	67	0.17	11,39
pH	unidades de pH	7,1	81	0.11	8,91
DBO	DBO ₅ en mg/L	3,03	69	0,11	7,59
T°	°C	22	16	0.1	1,6
TURBIDEZ	NTU	5,9	82	0.08	6.56
SOLIDOS TOTALES	mg/ L	173	96	0.07	6,72
SUMATORIA INDICE					42,77

Nota: en la figura 16 se presenta el valor promedio de calidad del agua para el punto de toma de muestra 2

Fuente: Tomado de Laboratorio de salud pública departamental (2015)

Figura 17 Índice de calidad de agua, punto 3, parte baja de la quebrada.

Parámetro	Unidad	Resultados	Valor (S₁)	Valor (W₁)	SUBTOTAL
COLIFORMES FECALES	NMP/100 mL)	24	43	0.17	7,31
pH	unidades de pH	7,1	81	0.11	8,91
DBO	DBO	3,04	67	0,11	7,37
T°	°C	17	16	0.1	1,6
TURBIDEZ	NTU	14,47	82	0.08	6.56
SOLIDOS TOTALES	mg/ L	488	110	0.07	7,7
SUMATORIA INDICE					39,45

Nota: en la figura 17 se presenta el valor promedio de calidad del agua para el punto de toma de muestra 3

Fuente: Tomado de Laboratorio de salud pública departamental (2015)

En la parte baja (punto 3), se obtuvo un valor de 39.45 en el rango de calidad de agua de 26 a 50 en el cual indica que es de mala calidad con un valor muy por debajo de las registrados en los puntos de toma de las muestras anteriores y que confirman la teoría de que a mayor descargas y cercanía al área urbana del municipio (mas número de pobladores riverieños), más elevada será la carga de contaminación que la quebrada reciba y por ende su rango de calidad declive como sucede en este caso. Con la información de las encuestas y los resultados de laboratorio a las muestras de agua tomadas de la microcuenca por la alcaldía municipal en el 2015, se realiza el proceso de evaluación de los impactos descritos a continuación.

Evaluar los impactos ambientales para a partir de estos elaborar el diagnóstico ambiental

En la siguiente tabla, se resumen los impactos ambientales con sus valores identificados y se relacionan desde la parte microbiológica hasta la parte antrópica, en ella finalmente se establece según los índices y parámetros de calidad establecidos en ICA - NSF y en promedio para los tres puntos de toma, la calidad del agua de la microcuenca.

Tabla 4

Impactos y Puntos Críticos

Impactos ambientales							
Sociocultura les (encuesta)	Resultado	Parámetros de calidad del agua (NSF) según análisis de laboratorio.	Resultado promedio de los tres puntos de toma de las muestras.	Valores permitidos	Índices en los tres puntos de toma	Rango de calidad ICA - NSF	Calidad
Inadecuado manejo de residuos sólidos	100%	Turbiedad	8.6 UNT	0 – 2 UNT	Punto 1	26 a 50	Mala
		Sólidos totales	282.6 mg/l	XXX	44,85		
Vertimiento de aguas domesticas a la quebrada	90%	Coliformes Fecales	16.3 NMP/100ml	0 NMP/100 ml	Punto 2	26 a 50	Mala
					42,77		
Vertimiento de aguas derivadas de la actividad cafetera	100%	PH	7.0	6,5 - 9	Punto 3	26 a 50	Mala
		Temperatura	18 C°	15 a 35 C°	39,45		
		DBO	2,95 mg/l	2mg/l			

Nota: en la Tabla 4 se presenta la matriz de evaluación de los factores críticos de contaminación de la quebrada, relacionando resultados físico químicos, impactos anegativos antrópicos sobre ella, con promedios de resultados de los tres puntos de toma de muestras y los índices permitidos de contaminación, lo cual arroja en las últimas del columnas de la tabla el rango de calidad y el concepto de la misma.

Fuente: Tomado de Laboratorio de salud pública departamental (2015)

Además de la matriz de impactos y puntos críticos anterior se requiere de una matriz tipo Leopold, con la cual a través de causa y efecto se evalúen los impactos ambientales, la cual se presenta a continuación:

En la evaluación de los impactos ambientales, se reconoce cuantitativamente cómo los vertimientos tanto de aguas residuales como los producto de la acción cafetera y el arrojado de residuos químicos a la microcuenca, son los principales factores contaminantes de la misma los cuales se caracterizan por ser descargas domésticas o vertimientos de los baños específicamente, el contaminante que genera los Coliformes Fecales en el Agua y que es en definitiva la acción antrópica más importante causante del estado de contaminación de la quebrada; de igual forma es posible reconocer los principales impactos de acuerdo al orden de importancia que refleja la cifra de evaluación total.

Complementario a las dos matrices presentadas anteriormente y como aporte cualitativo al proyecto aplicado se presenta también la priorización de los impactos identificados, vistos como debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas:

Tabla 5

Matriz DOFA

Debilidades	Oportunidades	Fortalezas	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> - Vertimientos de aguas residuales directamente a la microcuenca - Vertimiento de aguas del lavado del Café, directamente a la microcuenca - Inadecuado manejo de los residuos sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidad social frente al cuidado del ambiente y específicamente ante la conservación de la microcuenca. - Capacitación en manejo de residuos sólidos. - Jornadas de 	<ul style="list-style-type: none"> - Fauna y flora y la región. - Condiciones climáticas de la zona. - Presencia institucional (Educativa, Comité de Cafeteros) 	<ul style="list-style-type: none"> - Calidad del agua (Mala) - Altos valores de Coliformes fecales (16.3 NMP/100 ml) - Alta demanda biológica de oxígeno (2.95 mg/l)

	limpieza y reforestación de la quebrada. - Construcción de pozos sépticos. - Construcción de lagunas de oxidación		
--	--	--	--

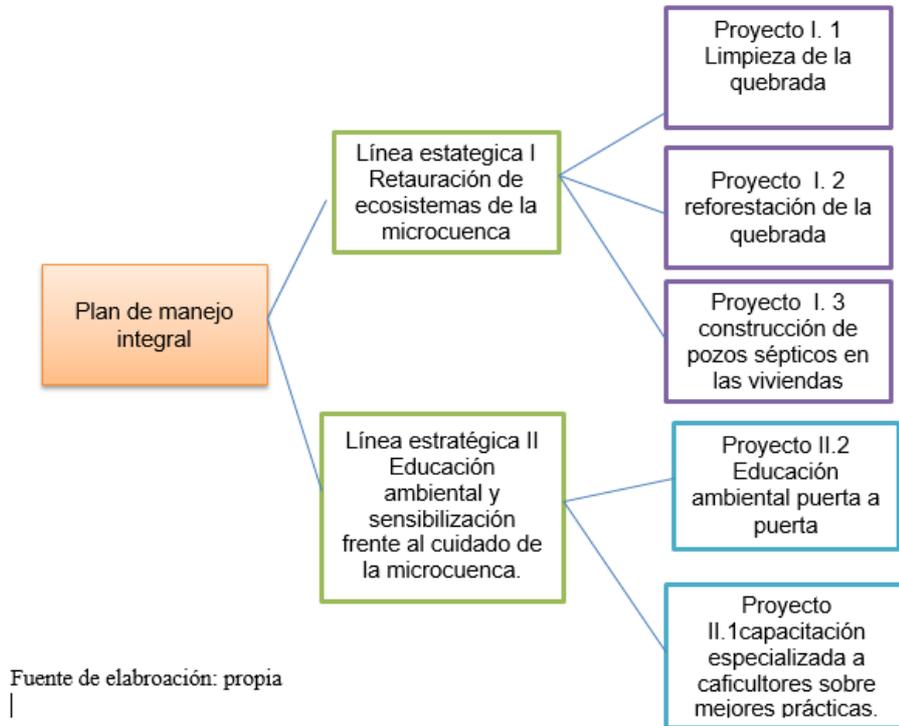
Nota: en la Tabla 5 se presenta la matriz de evaluación discriminada por debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas (DOFA)

Fuente: Elaboración propia

Elaborar un plan de manejo que permita la mitigación de los impactos ambientales encontrados.

Reconocidos y evaluados los impactos y las características socioculturales, se elabora el plan de manejo para la recuperación de la microcuenca y la minimización de los impactos identificados por acción antrópica, el cual se propone de la siguiente manera:

Figura 19 Líneas estratégicas.



Nota: en la figura 19 se presenta el esquema del plan de manejo con sus líneas estratégicas (I y II) y de cada una de ellas el respectivo proyecto de aplicación.

Fuente: Elaboración propia

Definidas las líneas estratégicas y sus proyectos se organiza el plan de manejo mediante la siguiente tabla síntesis:

Tabla 6

Cronograma Plan de Manejo

Línea	Impactos	proyecto	Metas	Tiempos	Respónsables
estratégica					
Restauración de ecosistemas de la microcuena	Agua contaminada, de mala calidad para consumo humano	Limpieza de la quebrada	Minimizar los índices de contaminación de la microcuena	1 año	Institución Educativa Bateas.
		Reforestación de la quebrada	Restablecer el equilibrio ecológico de la microcuena	2 años	Institución Educativa Bateas.
		Construcción de pozos sépticos y lagunas de oxidación (tratamiento de aguas residuales)	Minimizar los índices de contaminación de la microcuena.	2 años	Comité de cafeteros. Administración municipal.
Educación ambiental y sensibilización frente al cuidado de la microcuena.		Educación ambiental puerta a puerta en la vereda	Minimizar los impactos de la acción antrópica sobre la microcuena.	1 año	Institución educativa Bateas
		Capacitación	Minimizar los	1 año	Comité de

especializada	impactos de la	cafeteros.
a caficultores	caficultura	
sobre mejores	sobre la	
prácticas	quebrada.	

Nota: en la Tabla 6 se presenta el cronograma para el presente plan de manejo

Fuente: Elaboración propia

Con base en las líneas estratégicas y el cronograma para el plan de manejo, se formularon los proyectos de manejo ambiental, donde se establecieron las medidas para prevenir, mitigar, compensar y controlar los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados por la acción antrópica sobre la microcuenca la Guache y para ello se elaboraron las siguientes fichas:

Tabla 7

Ficha Proyecto 1

PROYECTO 1		LIMPIEZA DE LA QUEBRADA	
OBJETIVOS			
Extraer de la microcuenca elementos contaminantes (residuos sólidos) con la colaboración directa de la comunidad de la vereda.			
MANEJO AMBIENTAL			
ETAPA DE APLICACIÓN		1 año	
PRE CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN X	OPERACIÓN	
TIPO DE MEDIDA			
PREVENCIÓN X	CONTROL X	MITIGACIÓN X	COMPENSACIÓN
RESPONSABLES			
RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN			
<input type="checkbox"/> Institución Educativa de la zona, teniendo en cuenta su misión y objetivos institucionales (PEI), en los cuales esta educar a la comunidad educativa para la conservación de sus recursos naturales y a su manifestación expresa de interés en participar en la ejecución del presenta plan de manejo.			
<input type="checkbox"/> Asesor ambiental municipal o de la CAM			
IMPACTOS A MANEJAR		META	
- Crecimiento de sólidos Totales en el agua y perdida de Oxigeno.		Finalizado el primer año de ejecucion del plan de manejo, la quebrada estará 100% libre de residuos sólidos	

	contaminantes.
MEDIDAS DE MANEJO A IMPLEMENTAR	
<input type="checkbox"/> Revisión de los posibles impactos de acuerdo con el área de influencia directa especificada.	
<input type="checkbox"/> Establecer un plan de manejo ambiental que permita prevenir y minimizar las afectaciones a la microcuenca	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Realizar los acercamientos necesarios a la población para divulgar las medidas a adoptar frente a los problemas previstos (sensibilización)	

Nota: en la Tabla 9 se presenta la ficha para el proyecto 1 del plan de manejo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Ficha Proyecto 2

PROYECTO 2	REFORESTACIÓN DEL AREA RIBEREÑA DE LA QUEBRADA	
OBJETIVOS		
Recuperar la flora nativa de la microcuenca y fortalecer la recuperación de su caudal y el equilibrio de sus ecosistemas.		
MANEJO AMBIENTAL		
ETAPA DE APLICACIÓN	2 años	
PRE CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN X	OPERACIÓN

TIPO DE MEDIDA			
PREVENCIÓN X	CONTROL X	MITIGACIÓN X	COMPENSACIÓN
RESPONSABLES			
RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN <input type="checkbox"/> Institución Educativa de la zona, teniendo en cuenta su misión y objetivos institucionales (PEI), en los cuales esta educar a la comunidad educativa para la conservación de sus recursos naturales y a su manifestación expresa de interés en participar en la ejecución del presenta plan de manejo. <input type="checkbox"/> Asesor ambiental municipal o de la CAM			
IMPACTOS A MANEJAR		META	
- Temperatura, PH, Turbiedad, caudal		Al término de los dos años de ejecución del plan de manejo, se tendrá reforestado el 100% del área ribereña de la quebrada	
MEDIDAS DE MANEJO A IMPLEMENTAR			
<input type="checkbox"/> Revisión de los posibles impactos de acuerdo con el área de influencia directa especificada. <input type="checkbox"/> Establecer un plan de manejo ambiental que permita prevenir y minimizar las afectaciones a la microcuenca <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Realizar los acercamientos necesarios a la población para divulgar las medidas a adoptar frente a los problemas previstos (sensibilización)			

Nota: en la Tabla 8 se presenta la ficha para el proyecto 2 del plan de manejo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Ficha Proyecto 3

PROYECTO 3		CONSTRUCCIÓN DE POZOS SEPTICOS EN LAS VIVIENDAS DE LOS POBLADORES RIBEREÑOS A LA QUEBRADA	
OBJETIVOS			
Minimizar las descargas de aguas domésticas directamente a la microcuenca mediante la construcción de pozos sépticos en cada vivienda vecina a ella.			
MANEJO AMBIENTAL			
ETAPA DE APLICACIÓN	2 años		
PRE CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN X	OPERACIÓN	
TIPO DE MEDIDA			
PREVENCIÓN X	CONTROL X	MITIGACIÓN X	COMPENSACIÓN
RESPONSABLES			
RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN			
<input type="checkbox"/> Administración Municipal <input type="checkbox"/> CAM <input type="checkbox"/> Comité de Cafeteros de Colombia.			
IMPACTOS A MANEJAR		META	
- Contaminacion por Coliformes		Cumplidos dos años de ejecución del plan de manejo, con el resultado del análisis de nuevas	

Fecales	muestras de agua tomadas a la microcuenca en el punto 2, el índice de coliformes fecales en el agua, habrá disminuido por lo menos el 50%
MEDIDAS DE MANEJO A IMPLEMENTAR	
<input type="checkbox"/> Revisión de los posibles impactos de acuerdo con el área de influencia directa especificada. <input type="checkbox"/> Establecer un plan de manejo ambiental que permita prevenir y minimizar las afectaciones a la microcuenca <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Realizar los acercamientos necesarios a la población para divulgar las medidas a adoptar frente a los problemas previstos (sensibilización)	

Nota: en la Tabla 9 se presenta la ficha para el proyecto 3 del plan de manejo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Ficha Proyecto 4

PROYECTO 4	EDUCACIÓN AMBIENTAL	
	PUERTA A PUERTA	
OBJETIVOS		
Sensibilizar a la comunidad de la zona de influencia de la microcuenca sobre su situación de contaminación, su acción antrópica sobre ella y sobre la importancia de recuperarla.		
MANEJO AMBIENTAL		
ETAPA DE APLICACIÓN		1 año
PRE	CONSTRUCCIÓN X	OPERACIÓN

CONSTRUCCIÓN			
N			
TIPO DE MEDIDA			
PREVENCIÓN X	CONTROL X	MITIGACIÓN X	COMPENSA CIÓN
RESPONSABLES			
RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN <input type="checkbox"/> Institución Educativa de la zona (estudiantes de servicio social), teniendo en cuenta su misión y objetivos institucionales (PEI), en los cuales esta educar a la comunidad educativa para la conservación de sus recursos naturales y a su manifestación expresa de interés en participar en la ejecución del presenta plan de manejoiniciando. <input type="checkbox"/> Asesor ambiental municipal o de la CAM			
IMPACTOS A MANEJAR		META	
- Descargas de aguas residuales y residuos sólidos directamente a la microcuenca		Al concluir el primer año de ejecución del plan de manejo, el 100% de la población ribereña de la microcuenca.	
MEDIDAS DE MANEJO A IMPLEMENTAR			
<input type="checkbox"/> Revisión de los posibles impactos de acuerdo con el área de influencia directa especificada. <input type="checkbox"/> Establecer un plan de manejo ambiental que permita prevenir y minimizar			

las afectaciones a la microcuenca

Realizar los acercamientos necesarios a la población para divulgar las medidas a adoptar frente a los problemas previstos (sensibilización)

Nota: en la Tabla 10 se presenta la ficha para el proyecto 4 del plan de manejo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Ficha Proyecto 5

PROYECTO 5		CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA A CAFICULTORES SOBRE MEJORES PRÁCTICAS (producción más limpia)	
OBJETIVOS			
Mejorar las practicas agrícolas de de estilos de vida en el campo, para minimizar la acción antrópica sobre la microcuenca.			
MANEJO AMBIENTAL			
ETAPA DE APLICACIÓN		1 año	
PRE CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN X		OPERACIÓN
TIPO DE MEDIDA			
PREVENCIÓN X	CONTROL X	MITIGACIÓN X	COMPENSACION
RESPONSABLES			

RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN	
<input type="checkbox"/> Comité de Cafeteros de Colombia.	
IMPACTOS A MANEJAR	META
- Descargas de agua del lavado del café directamente sobre la microcuena y de residuos solidos (empaques de fertilizantes, herbicidas)	Concluido el primer año de desarrollado el plan de manejo, el 100% de los pobladores ribereños y cafeteros habran recibido cpacitación en mejores prácticas por parte del Comité de Cafeteros.
MEDIDAS DE MANEJO A IMPLEMENTAR	
<input type="checkbox"/> Revisión de los posibles impactos de acuerdo con el área de influencia directa especificada. <input type="checkbox"/> Establecer un plan de manejo ambiental que permita prevenir y minimizar las afectaciones a la microcuena <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Realizar los acercamientos necesarios a la población para divulgar las medidas a adoptar frente a los problemas previstos (sensibilización)	

Nota: en la Tabla 11 se presenta la ficha para el proyecto 5 del plan de manejo

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

El deterioro del agua de la microcuenca la Guache, se debe al vertimiento de aguas residuales domésticas y de producción agrícola, (cafetera).

La calidad del agua de la quebrada la Guache, en los tres puntos de toma de las muestras (parte alta, media y baja) se encuentra en el rango de 26 – 50 en la escala de color café con una clasificación de CALIDAD MALA, es interesante el interrogante que surge frente al nivel de calidad del agua y el permiso concedido por la autoridad ambiental competente para la concesión del agua de la microcuenca con fines de consumo humano.

La quebrada la Guache, del municipio de Acevedo Huila, tiene una composición de las aguas residuales proveniente de las Aguas Residuales Domésticas (ARD), estas aportan la mayor cantidad de sólidos orgánicos, generando un impacto ambiental negativo a la quebrada debido a la acumulación de los vertimientos de todo tipo principalmente de los puntos de toma de muestras 2 y 3 (parte media y baja), generando contaminación hídrica y deterioro como consecuencia de la actividad antrópica en las inmediaciones del sitio muestreado.

La acumulación de carga orgánica e inorgánica proveniente de la parte alta y media por agroquímicos y sobrepastoreo.

La cercanía de la quebrada a la comunidad, facilita que se viertan las aguas negras y desechos domésticos a ésta sin ser tratadas; esto lleva dándose durante años generando el aumento de la actividad bacteriana en los puntos de muestreo.

El nivel de calidad biofísico, se encuentra un hábitat fluvial poco diverso, existe buena cobertura y calidad vegetativa ribereña, sin poseer perturbaciones en el monocultivo aledaño, arrojando un resultado de calidad intermedia en la vegetación de ribera. La intervención antrópica produce una demanda de recursos de importancia.

Culturizar y sensibilizar a la población sobre el cuidado y recuperación de la quebrada, es de gran importancia para lograr que se minimice el impacto de las prácticas sociales sobre ella.

Se hace necesario crear estrategias para conservarla y sobre todo para recuperarla de su estado de contaminación y con ello recuperar el oxígeno perdido, creando zonas de autodepuración.

Recomendaciones

Partiendo del diagnóstico de contaminación de la microcuenca y su contexto sociocultural, se reconoce el mal uso que se le da a los recursos naturales en la zona y específicamente a la quebrada, lo cual hace que se haga monitoreos pertinentes y con análisis físico químicos y micro biológicos y así poder determinar la calidad del agua que es consumida en la vereda Bateas, logrando así identificar las mejores alternativas para el uso y consumo del agua.

- El cuidado de la microcuenca es determinante para la conservación de sus ecosistemas, por cuanto se requiere principalmente de intervención en donde se registra un alto impacto a raíz de la actividad antrópica y el cuidado de áreas tales como nacederos, zona de bosques naturales y alrededor de la quebrada.
- Realizar talleres que involucren a la comunidad participativamente y que sean capacitados en saneamiento ambiental, conservación de cuencas y que exista un desarrollo sostenible del eco sistema de la zona.
- Formalizar áreas de protección de la cuenca y del recurso forestal, con el diseño de un plan vigilado por la misma comunidad. Realizar programas de reforestación y de protección de zonas altas de la quebrada con especies vegetales de la región y con adaptación al tipo de suelo de la región.
- Solicitar a EMPACEVEDO, empresa pública E.S.P la ejecución de proyectos, construcción de pozos sépticos, manejo de desechos sólidos y líquidos, hacer su propio compost en la zona y atender a resultados del estudio (2015) antecedente sobre la calidad del agua de la microcuenca, para que disminuya la problemática en la vereda Bateas.
- La presencia humana en la ribera de la microcuenca es nociva para el equilibrio de sus ecosistemas y para su conservación, ya que se pudo constatar como en la parte alta de

la quebrada, en donde es poca la presencia de pobladores, el índice de contaminación dio como resultado agua de mala calidad.

- A nivel institucional los entes gubernamentales como la CAM, empresas públicas, secretaría de medio ambiente local y sanidad tienen la responsabilidad de impulsar estrategias orientadas al control y seguimiento, así como el monitoreo continuo de la microcuenca la Guache, con el fin de conocer cambios en el cuerpo de agua. Es importante la capacitación del personal y de los residentes de la zona, ya que ellos mismos identifican los problemas que se presentan en la microcuenca y así proponer soluciones mancomunadamente, además del uso de tecnologías adecuadas, para desarrollar un buen trabajo.

Bibliografía

AGUAS RESIDUALES. INFO. (2015). Análisis comparativas y relaciones entre la DQO y DBO, COT. Recuperado de: <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/analisis-comparativas-y-relaciones-entre-la-dbo-dqo-cot>

Alcaldía de Bogotá. Documentos para agua potable y saneamiento básico. Resolución 1096 de 2000. Tomado de: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/listados/tematica2.jsp?subtema=24174&cadena=a>

Corporacion Autónoma del Alto Magdalena. CAM. (2017). Resolución N° 0020 Licencia y/o permiso de concesión de aguas superficiales.

Diagnostico Nacional (2017). Calidad del Agua. Normatividad - Reporte de información al SUI. Superintendencia de servicios públicos domiciliarios

García Girbau. (2002) Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (libro electrónico) Enfermería Comunitaria I. Salud Pública. Masón <http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/00General/IndiceGral.html>.

Fernández Cirelli, Alicia, (2012) El agua: un recurso esencial. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. Química Viva, vol. 11, núm. 3, pp. 147 - 170: [Fecha de consulta: 12 de julio de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86325090002>> ISSN

Ficha técnica. Sistema de información del medio ambiente (2005 – 2011). Dane. Recuperada de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/Fosforos_totales_13.pdf

Garzón Polanía Danna Nataly (2016). Análisis de la situación de contaminación hídrica y de las estrategias institucionales adoptadas en la quebrada Limas, en el periodo 1980-2015, en la localidad Ciudad Bolívar de la ciudad de BOGOTÁ D. C. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Proyecto curricular Tecnología en Saneamiento Ambiental. BOGOTÁ, D.C.

Hernández Sampieri Roberto (1991). Metodología de la investigación. MCGRAW HILL.

IDEAM (2007). Demanda química de oxígeno por refluo cerrado y volumetría. Subdirección de hidrología - grupo laboratorio de calidad ambiental. República de Colombia.

IDEAM (2007). Demanda bioquímica de oxígeno – 5 días, incubación y electrometría. Subdirección de hidrología - grupo laboratorio de calidad ambiental. República de Colombia.

IDEAM (2007). Coliformes totales y E. Coli por el método de filtración por membrana en agar chromocult. Subdirección de hidrología - grupo laboratorio de calidad ambiental. República de Colombia.

Kemmer F. & McCallion (1998). Manual del Agua, su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. Tomo I. McGraw-Hill.

López P. L. Población muestra y muestreo (2004). Scielo. Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012

MADS, M. d. (2013). *Guía Técnica POMCAS*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

M. Castro, J. Almada, J. Ferrer y D. Díaz (2014). “Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global”. *Ingeniería Solidaria*, vol. 10, n.º 17, pp. 111-

124, en.-dic.. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/in.v9i17.811>

Mejía Clara Mario Rene (2005). Análisis de la calidad del aguapara consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca el Limón, San Jerónimo, Honduras. CATIE, Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza.

Minambiente. Estudio Nacional del Agua 2018 (2019). IDEAM. Bogota. D.C.

Ministerio del Medio Ambiente. (1994). *RESOLUCIÓN 541*. Recuperada de: minambiente.gov.co/imagenes/bosquesbiodiversidadyserviciosecosistemicos/pdf/normativa/resoluciones/res_0541_141294.pdf

Ministerio del Medio Ambiente (2015). *RESOLUCIÓN 0631*. Recuperada de: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf

Ministerio del Medio Ambiente (2007). *RESOLUCIÓN 2115*. Recuperada de: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf

Ministerio del Medio Ambiente (2007). *DECRETO NÚMERO 1575*. Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Disponibilidad-del-recurso-hidrico/Decreto-1575-de-2007.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente (2007). Resolución 2115. Recuperada de: http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_2115_de_2007.pdf

Ministerio de Salud y protección Social (2018). Subdirección de salud ambiental. Informe Nacional de calidad del agua para consumo Humano INCA (2016). BOGOTÁ, D.C.

Ministerio de salud y protección social (2012). Lineamiento para la vigilancia sanitaria y ambiental del impacto de los olores ofensivos en la salud y calidad de vida de las

comunidades expuestas en áreas urbanas. P.23-25

Plan de Desarrollo Municipal de Acevedo. 2016 – 2019. Llegó el Cambio. Recuperado de:

<http://www.acevedo->

[huila.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/Proyecto%20de%20acuerdo](http://www.acevedo-huila.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/Proyecto%20de%20acuerdo)

[%202016-2016.pdf](http://www.acevedo-huila.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/Proyecto%20de%20acuerdo%202016-2016.pdf)

Proyecto Educativo Institucional PEI (2019). Institución Educativa Bateas. Municipio de Acevedo Huila.

Rodriguez. V. N. Sanz. U. J. R. Oliveros. T. C. E & Ramirez G. C. A. (2015). Beneficio del Café en Colombia. Prácticas y estrategias para el ahorro, uso eficiente del agua y el control de la contaminación hídrica en el proceso de beneficio húmedo del Café. CENICAFE.

Red Iberoamericana de potabilización y depuración del agua. (2002). Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamiento avanzados de aguas residuales domésticas. Capítulo 20 Indicadores de Contaminación en Agua. CYTED. Recuperado de http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_20.pdf

Sánchez Ramos David (2015). Ingeniería Ambiental, calidad de las aguas. Tema 11 Calidad del agua y su control. Escuela de ingenieros, caminos, canales y puertos de ciudad Real. Universidad de Castilla, La Mancha.

Torres A (1996). Estrategias y Técnicas de investigación cualitativa. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Unisur. Bogotá

Universidad de Pamplona. (s.f.). *Índices de Calidad (ICAs) y de Contaminación (ICOs) del Agua de Importancia Mundial*. Pamplona.

Universidad Tecnológica de Panamá Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas Laboratorio de Sistemas Ambientales (2016). Procedimiento para la Medición de Sólidos Totales. Recuperado de: <https://www.utp.ac.pa/documentos/2011/pdf/PCUTP->

CIHH-LSA-211-2006.pdf

V.Gonzalez, O. Caicedo & N. Aguirre (2013). Aplicación de los índices de calidad de agua

NSF, DINIUS Y BMWP en la quebrada La Ayurá, Antioquía. Colombia. Revista Gestión y Ambiente.

Villamizar V. M. P. (2008). Estandarización de Métodos Analíticos usados para el análisis de

agua, en el laboratorio del centro de estudios e investigaciones ambientales. (CEIAM).

Universidad Industrial de Santander. Facultad de ciencias, escuela de Química.

Bucaramanga.

Yale, U. (2016). *Environmental Performance Index*. Recuperado el 22 de noviembre de 2015,

de <http://epi.yale.edu/data>

Anexos

Anexo 1: Resolución de permiso

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 8
		Fecha: 14 Jun 16

RESOLUCIÓN No. 0020 (5 de Enero de 2017)

POR CUAL SE OTORGA UNA CONCESIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES Y SE IMPONEN UNAS OBLIGACIONES

El Director Territorial Sur de la Corporación Autónoma del Alto Magdalena -CAM- en uso de sus atribuciones legales y estatutarias, en especial las conferidas en la ley 99 de 1993 y la Resolución 1719 de 2012 y 2577 de 2014 y

CONSIDERANDO

Mediante escrito bajo el radicado CAM No. 20163400195362 del 21 de septiembre de 2016, la persona jurídica **JUNTA ADMINISTRADORA ACUEDUCTO REGIONAL LA GUACHE**, identificada con NIT 900970521-1, representado por el señor **WILLIAN HERNÁN CASTRO ROJAS**, identificado con cédula de ciudadanía No. 83.183.388 de Acevedo, solicitó ante este despacho **PERMISO DE CONCESIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES**, para el proyecto **ACUEDUCTO REGIONAL**, sobre la fuente hídrica Quebrada La Guache, en límites entre las veredas Paraíso y Buenavista del municipio de Acevedo.

Mediante Auto No. 219 del 29 de septiembre de 2016, notificado el 24 de octubre de 2016, se da inicio de trámite a la solicitud de Permiso de Concesión de Aguas Superficiales, para el proyecto **ACUEDUCTO REGIONAL** de las veredas Buenavista, Bateas, Bombonal y Olivos del municipio de Acevedo.

El día 24 de octubre de 2016 se remite Aviso con destino a la alcaldía del municipio de Acevedo, donde es recibido el día 25 de octubre de 2016, para su publicación en lugar visible.

En lugar visible de la CAM DTS se fija Aviso por diez días hábiles, desde el 25 de octubre de 2016 hasta el 08 de noviembre de 2016, de acuerdo a la Constancia de Publicación del 09 de noviembre de 2016.

Que a fin de adoptar la determinación precedente frente a la petición elevada, la entidad ordenó realizar visita y rendir concepto técnico, el cual fue rendido el 10 de octubre de 2016 con el No. 1300, exponiendo:

***ACTIVIDADES REALIZADAS Y ASPECTOS TÉCNICOS EVALUADOS**

De acuerdo con los autos que anteceden y conforme lo establece el decreto 1076 de 2015, el día 10 de octubre de 2016 se realizó visita de inspección ocular a la fuente hídrica Quebrada La Guache, con el objeto de analizar la solicitud de adjudicación y

legalización del Permiso de Concesión de Aguas Superficiales, para el proyecto ACUEDUCTO REGIONAL de las veredas Buenavista, Bateas, Bombonal y Olivos del municipio de Acevedo, solicitado por la persona jurídica JUNTA ADMINISTRADORA ACUEDUCTO REGIONAL LA GUACHE, identificada con NIT 900970521-1,

Página 1 de 9

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 8
		Fecha: 14 Jun 16

representado por el señor WILLIAN HERNÁN CASTRO ROJAS, identificado con cédula de ciudadanía No. 83.183.388 de Acevedo.

En la siguiente tabla se consignan algunas coordenadas de referencia:

DESCRIPCIÓN	X	Y	ALTURA Msnm.
Camino de herradura	792101,5	697857,5	1871,3
Camino de herradura	792236,4	697819,6	1833,3
vivienda	792324,8	697738,1	1806,7
Cauce quebrada La Guache	792403,4	697531,8	1726,3
Cauce quebrada La Guache	792388,4	697514,8	1726,6
Punto de Captación	792379,1	697507,9	1727,4

IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE TOMA DE AGUA

Límites entre las veredas Paraíso y Buenavista del municipio de Acevedo. Para llegar al lugar se parte del casco urbano del municipio de Pitalito hasta la escuela de la vereda Alto Santa Bárbara, desde donde se recorre 4,3 kilómetros por la vía que comunica con el municipio de Acevedo, hasta un cruce que se toma a izquierda y tras recorrer aproximadamente 700, se llega a un segundo cruce que se toma a derecha, por camino de herradura una distancia aproximada de 550 metros hasta el cauce de la quebrada La Guache, en el punto de la captación proyectada, aproximadamente en las coordenadas planas con origen en Bogotá X: 792379,1 Y: 697507,9 y H: 1727,4 msnm.

El lugar donde se realiza la captación corresponde a predios de uso agrícola, con predominio de pastos y cultivos de café. La fuente hídrica está rodeada de franjas forestales protectoras de bosque primario. De acuerdo al SIA – CAM, el sector donde se proyecta localizar la captación corresponde a:

- ZMIUAC (Zonas de manejo integrado, zonas de uso agropecuario conservacionista).

Corresponden a terrenos en ladera que por sus condiciones edafológicas, pendientes del terreno, climáticas y ventajas socioeconómicas comparativas admiten un aprovechamiento agropecuario restringido o controlado. Constituyen unidades, conformados por terrenos donde actualmente se desarrollan actividades productivas que de alguna manera se han venido llevando a cabo desde hace muchos años, pero en donde no se ha hecho efectivo intentos de diversificación y manejo conservacionista para su sostenibilidad. Son terrenos localizados aproximadamente entre los 800 hasta los 2.600 m.s.n.m, con suelos de condiciones favorables en cuanto a profundidad efectiva, fertilidad, contenido de materia orgánica y pendientes del terreno que oscilan en los rangos del 12 al 25% y 25% al 50%, y régimen de precipitación dominante entre 1000 a 2000 mm.

Desde el punto de vista organoléptico, la fuente hídrica presenta buen aspecto, debido probablemente al hecho de que al estar en la parte alta de la cuenca, en medio de la franja forestal protectora, la cual luce en buen estado de conservación, sin embargo la presencia de viviendas en la cabecera de la cuenca puede implicar la adición de

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 8
		Fecha: 14 Jun 16

contaminantes de origen antrópico, por lo cual, probablemente sea necesario realizar tratamiento y desinfección del agua captada.

OBJETO DE LA SOLICITUD

El objeto de la solicitud de concesión de aguas superficiales es proveer el recurso hídrico a 150 usuarios de las veredas Buenavista, Bateas, Bombonal y Olivos del municipio de Acevedo, para suplir los siguientes usos:

USO	CANTIDAD
Consumo humano y uso doméstico	675 habitantes aproximadamente

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

Es de indicar que en el momento de la visita aún no se han implementado estructuras de captación.

CÁLCULOS DE CAUDAL NECESARIO

- **Consumo humano y uso doméstico.**

De acuerdo a las proyecciones poblacionales rurales suministradas por el DANE, para el municipio de Acevedo, a partir de los datos obtenidos en el censo del año 2005, se tiene la siguiente tabla:

AÑO	POBLACIÓN	AÑO	POBLACIÓN	AÑO	POBLACIÓN	AÑO	POBLACIÓN
2005	21.828	2009	23.589	2013	25.513	2017	27.660
2006	22.248	2010	24.056	2014	26.031	2018	28.225
2007	22.693	2011	24.529	2015	26.556	2019	28.822
2008	23.141	2012	25.016	2016	27.098	2020	29.430

Se establece que el nivel de complejidad es BAJO, en consecuencia, los métodos de cálculo permitidos para la proyección de la población son: El método aritmético, El método geométrico y El método exponencial. Se selecciona el método aritmético ya que para Acevedo se supone un crecimiento vegetativo balanceado por la mortalidad y la emigración. De manera que la población futura a 10 años será:

$$Pf = Puc + (Puc - Pci) \frac{(Tf - Tuc)}{(Tuc - Tci)}$$
$$Pf = 27.098 + (27.098 - 21.828) \frac{(2026 - 2016)}{(2016 - 2005)} = 31889 \text{ habitantes rurales para el 2026}$$

Donde:

Pf = Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (habitantes).

Puc = Población correspondiente a la proyección del DANE (habitantes).

Pci = Población correspondiente al censo inicial con información (habitantes).

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 8
		Fecha: 14 Jun 16

Tuc = Año correspondiente al último año proyectado por el DANE.

Tci = Año correspondiente al censo inicial con información.

Tf = Año al cual se quiere proyectar la información.

De manera que la población rural en Acevedo para el 2026, con respecto al 2016 tendrá un crecimiento del 17,7%. Como la población que se beneficiaría actualmente del acueducto es de aproximadamente 675 habitantes; entonces, de acuerdo a la tasa de crecimiento, para el año 2026 serán aproximadamente 800 habitantes.

La dotación neta máxima para poblaciones con Clima Frio o Templado (por encima de 1000 msnm), para un nivel de complejidad bajo, es decir, la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto, será de:

$$D_{netamax} = 90 \text{ L}/(\text{hab} \cdot \text{día})$$

La dotación bruta para poblaciones con Clima Frio o Templado, es decir, la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerando para su cálculo el porcentaje de pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto, será de:

$$D_{bruta} = D_{netamax} / (1 - \%p) = 90 \text{ L}/(\text{hab} \cdot \text{día}) / (1 - 0,25) = 120 \text{ L}/(\text{hab} \cdot \text{día})$$

Donde %p será el porcentaje de pérdidas técnicas máximas admisible (máximo 25%)

Como se establece que en diez (10) años serán aproximadamente 800 habitantes, entonces el caudal medio diario, Qmd, (el cual es el caudal calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada; corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año), será de:

$$Q_{md}(800 \text{ hab.}) = P \cdot D_{bruta} = 800 \text{ hab} \cdot 120 \text{ L}/(\text{hab} \cdot \text{día}) = 96000 \text{ L}/\text{día} = 1,11 \text{ L/s}$$

Donde P es el número de habitantes proyectados.

En cuanto al caudal máximo diario, QMD, (aquel que corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas a lo largo de un período de un año), se tiene que:

$$Q_{MD}(800 \text{ hab.}) = Q_{md}(800 \text{ hab.}) \cdot K1 = 96000 \text{ L}/\text{día} \cdot 1,3 = 124800 \text{ L}/\text{día} = 1,44 \text{ L/s}$$

Finalmente, el caudal máximo horario, QMH, (correspondiente al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio), será de:

$$Q_{MH}(800 \text{ hab.}) = Q_{MD}(800 \text{ hab.}) \cdot K2 = 124800 \text{ L}/\text{día} \cdot 1,7 = 212160 \text{ L}/\text{día} = 2,45 \text{ L/s}$$

En la siguiente tabla se estima el caudal total requerido:

USOS	CANTIDAD	UNIDADES	CAUDAL
------	----------	----------	--------

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 8
		Fecha: 14 Jun 16

			(Lts/seg)
Consumo humano y uso doméstico	800	Habitantes	2,45
TOTAL:			2,45

AFOROS DE LA FUENTE

Se aforó la fuente hídrica Quebrada La Guache, en época de lluvias moderadas, por método volumétrico, obteniendo un caudal de 6,22 Lts/seg.

PERJUICIOS A TERCEROS

El proyecto no repercute ni perjudica a terceros, según el caudal aforado y el concepto técnico emitido. Sin embargo se hace claridad que en el momento de presentarse alguna afectación de tipo ambiental o a terceros por las obras de conducción, transporte y/o entrega final, es responsabilidad del titular redimir los impases ocurridos, indicando claramente que las acciones aquí dispuestas son de obligatorio cumplimiento.

PERMISO DE SERVIDUMBRE

Los permisos de servidumbre correrán por cuenta de los interesados. La concesión de aguas no implica la adjudicación de permisos de servidumbre según lo contemplado en el Decreto 1076 de 2015.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Una vez realizados los cálculos de consumo se establece que el caudal a derivar de la fuente hídrica Quebrada La Guache será de 2,45 Lps y el aforo realizado arrojó 6,22 Lit/seg en promedio; es decir, el caudal disponible excede el caudal solicitado en 3,77 Lps. Por lo tanto, es factible que la fuente hídrica supla los usos manifestados por el solicitante, en condiciones meteorológicas similares a las presentadas el día de la realización del aforo de la fuente.

En caso de daños graves e irreversibles hacia el medio ambiente se dará aplicación al principio de precaución establecido en la ley 99/93 en su artículo 1 numeral 4.

OPOSICIONES

No se presentaron oposiciones por escrito a la presente solicitud de concesión de aguas superficiales o durante el momento de la visita.



RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 8

Fecha: 14 Jun 16



Fotografía 1. Fuente hídrica La Guache en el punto probable de captación.



Fotografía 2. Fuente hídrica La Guache en el punto probable de captación.



Fotografía 3. Fuente hídrica La Guache en el punto probable de captación.



Fotografía 4. Fuente hídrica La Guache en el punto probable de captación.

3. CONCEPTO TÉCNICO

*De acuerdo a la disponibilidad hídrica, se tiene que es posible otorgar el Permiso de Concesión de Aguas Superficiales en una cantidad total de 2,45 Lts/seg de la fuente hídrica Quebrada La Guache, para el proyecto **ACUEDUCTO REGIONAL** de las veredas Buenavista, Bateas, Bombonal y Olivos del municipio de Acevedo, a nombre de la persona jurídica **JUNTA ADMINISTRADORA ACUEDUCTO REGIONAL LA GUACHE**, identificada con NIT 900970521-1, representado por el señor **WILLIAN HERNAN CASTRO ROJAS**, identificado con cédula de ciudadanía No. 83.183.388 de Acevedo."*

Que de conformidad con el Artículo 31 de la Ley 99 de 1993 la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena es competente para otorgar este permiso **CONCESIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES**. En consecuencia, esta Dirección Territorial en virtud de las facultades otorgadas por la Dirección General según Resolución 1719 de 2012, acogiendo el concepto técnico emitido por el funcionario comisionado.

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 8
		Fecha: 14 Jun 16

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO: Otorgar **CONCESIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES** a la persona jurídica **JUNTA ADMINISTRADORA ACUEDUCTO REGIONAL LA GUACHE**, identificada con NIT 900970521-1, representado por el señor **WILLIAN HERNÁN CASTRO ROJAS**, identificado con cédula de ciudadanía No. 83.183.388 de Acevedo o quien haga sus veces, para el proyecto **ACUEDUCTO REGIONAL**.

El presente Permiso se otorga con fundamento en las consideraciones enunciadas en el presente acto administrativo y la parte resolutive del mismo.

ARTICULO SEGUNDO: El beneficiario del presente permiso puede captar un caudal de 2,45 Lts/seg de la fuente hídrica "Quebrada La Guache", en el sitio de la captación en la coordenada X: 792379,1 Y: 697507,9 y H: 1727,4 msnm., para el proyecto **ACUEDUCTO REGIONAL**.

ARTICULO TERCERO: El presente Permiso se otorga por el término de diez (10) Años.

PARÁGRAFO: En caso de requerir prórroga del presente permiso, el titular deberá hacerlo con tres (3) meses de antelación al vencimiento del mismo, necesitándose efectuar una nueva visita, que deberá ser cancelada de manera previa.

ARTICULO CUARTO: El beneficiario del presente Permiso, deberá realizar las acciones, obras de control y mitigación por los impactos adversos que llegasen a surgir y/o a causar durante la explotación del recurso concesionado.

ARTICULO QUINTO: La Dirección Territorial Sur realizará visita de seguimiento al permiso otorgado, en un periodo de un año, donde se evaluará el requerimiento de una nueva visita.

ARTÍCULO SEXTO: Se imponen las siguientes obligaciones al beneficiario del presente permiso:

1. La Concesión de aguas debe destinarse únicamente para los usos estipulados, en el caudal concesionado, con el fin de preservar la fuente.
2. Para garantizar los caudales concedidos el solicitante deberá construir y acondicionar a su propio costo las obras hidráulicas necesarias para la captación, conducción del agua y control de caudales. En todo caso las obras de captación deberán estar provistas de los elementos necesarios que permitan conocer en cualquier momento la cantidad de agua que se derive como está fijado en la Ley 373 del 06 de junio de 1997.
3. El suministro de agua para satisfacer concesiones está sujeto a la disponibilidad del recurso, por lo tanto el estado no es responsable cuando por causas naturales, no pueda garantizar el caudal concedido. En todo caso, se debe respetar el caudal

mínimo remanente requerido para el sostenimiento del ecosistema, la flora y la fauna de una corriente de agua, que de acuerdo a la Resolución 865 del 4 de agosto de 2004, será de aproximadamente el 25% del caudal, de manera que no se debe captar la totalidad del caudal disponible.

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 8
		Fecha: 14 Jun 16

4. La procedencia cronológica en las concesiones no otorga prioridad y en caso de escasez todas serán abastecidas a prorrata o a turnos, conforme al artículo 2.2.3.2.13.16. del Decreto 1076/15
5. La Corporación se reserva la facultad de revisar, modificar o revocar en cualquier momento la concesión de agua concedida, cuando encontrare variación en sus caudales o acorde a la conveniencia pública.
6. Cuando quiera que se presenten modificaciones o cambios en las condiciones bajo las cuales se otorgó el permiso, el usuario deberá dar aviso de inmediato y por escrito a la autoridad ambiental competente y solicitar la modificación del permiso, indicando en qué consiste la modificación o cambio y anexando la Información pertinente.
7. El titular de la presente Concesión de Aguas Superficiales, deberá dar cumplimiento a las disposiciones legales en materia de potabilización de agua y estándares bacteriológicos, para consumo humano.

ARTICULO SÉPTIMO: El beneficiario del presente permiso deberá cancelar los costos de las visitas de seguimiento, los cuales serán requeridos mediante resolución.

ARTICULO OCTAVO: Las indemnizaciones a que haya lugar por el ejercicio de la servidumbre, así como las controversias que se susciten entre los interesados se regirán por las disposiciones del código civil y de procedimiento civil.

ARTICULO NOVENO: El incumplimiento de las obligaciones señaladas en la presente Resolución dará lugar a la imposición de las sanciones señaladas en el Artículo 40 de la Ley 1333 de 2009, previo proceso sancionatorio adelantado por la Entidad ambiental.

Será causal de caducidad el incumplimiento de las obligaciones expresamente señaladas en esta providencia, y las previstas en el artículo 2.2.3.2.24.4. del Decreto 1076/15.

PARAGRAFO: Si al cabo de dos (02) años (contados a partir de la fecha de ejecutoria

de la presente resolución) el beneficiario no ha realizado las obras hidráulicas necesarias para la captación, conducción del agua y control de caudales de que habla el presente artículo, la Corporación tendrá la potestad de ordenar el archivo del presente permiso por caducidad.

ARTICULO DÉCIMO: Notificar en los términos del Artículo 67 y siguientes de la Ley 1437 de 2011, el contenido de la presente Resolución a la persona jurídica **JUNTA ADMINISTRADORA ACUEDUCTO REGIONAL LA GUACHE**, identificada con NIT 900970521-1, representado por el señor **WILLIAN HERNAN CASTRO ROJAS**, identificado con cédula de ciudadanía No. 83.183.388 de Acevedo o quien haga sus veces, indicándole que contra ésta procede el recurso de reposición dentro de los diez (10) días siguientes a su notificación.

ARTICULO UNDÉCIMO: La presente resolución rige a partir de su ejecutoria.

	RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO	Código: F-CAM-110
		Versión: 8
		Fecha: 14 Jun 16

PARAGRAFO.- Los costos de publicación serán cancelados por el beneficiario, dentro de los (10) diez días siguientes a su notificación y que acreditará mediante la presentación del recibo de pago.

NOTIFIQUESE, PUBLIQUESE Y CUMPLASE


GENARO LOZADA MENDIETA
Director Territorial Sur

Exp. No. DTS-3-196-2016
Proyecto: E. Pinilla
Revisión Jurídica: Carlos Andrés Vargas Muñoz

Informe de Análisis de la Calidad del Agua para Consumo Humano
Autoridad Huila
SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL DEL HUILA
IRCA por Muestra

NIT: 900250887 Persona Prestadora: EMPRESAS PUBLICAS DE ACEVEDO S.A S E S P

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA		
Muestra No: 14	Código laboratorio: 1691	Contramuestra pp: No
Fecha de toma: 10/06/2015 6:00:00	Fecha de recep. laboratorio: 10/06/2015 8:00:00	Fecha análisis laboratorio: 10/06/2015 8:30:00
Muestra Tomada por: Edgar Moreno	Desinfectante:	Coagulante:
Análisis Solicitados: Físicoquímico, Microbiológico	Resultados para: Vigilancia	Tipo de muestra: Cruda

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
Código: 2449	Nombre: SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL DEL HUILA	Teléfono: (078) 870 19 80 Ext. 111 Ext. 122
Fax: (078) 870 19 80	Dirección: Carrera 20 No. 5 B-36	Email: saludhuila@hotmail.com
Página WEB:		

INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE		
Nombre: SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL DEL HUILA	Departamento: Huila	Municipio: Neiva

INFORMACIÓN DEL PUNTO DE TOMA			
Departamento: Huila	Municipio: Acevedo	Población: Rural	Clase: Cabecera Municipal-
Lugar: PUNTO C. N°3		Descripción: Fuente	Código punto: - 3
Dirección: Vereda Bateas		GPS:	Fuente: QUEBRADA LA GUACHE
Concertado: No		Intradomiciliario: No	

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS					
Característica	Método	Resultado	Unidades	Valores Aceptables	Diagnóstico
Cloro residual libre	Colorimétrico de la DPD	0,0	mg Cl ₂ /L	≥ 0,3 ≤ 2	Aceptable
Coliformes totales	Sustrato definido	0	UFC/100 cm ³	≥ 0 ≤ 0	Aceptable
Color aparente	Comparación visual	10	UPC	≥ 0 ≤ 15	Aceptable
E.coli	Sustrato definido	10	UFC/100 cm ³	≥ 0 ≤ 0	No Aceptable
ph	Electrométrico	6,9	Unidades de PH	≥ 6,5 ≤ 9	Aceptable
Turbiedad	Nefelométrico	5,5	UNT	≥ 0 ≤ 2	No Aceptable

* Cuando se utilice la técnica de enzima sustrato y el resultado es "<1 microorganismo / 100cm³" o cuando se utilice la técnica Presencia-Ausencia y el resultado es "ausencia en 100cm³" se le asigna el valor de 0 "cero". Si se >1 o hay presencia el valor es >0

ANÁLISIS ESPECIALES					
Sólidos disueltos totales	SDT ppm - punto 1	Resultado	187	Valores Aceptables	Diagnóstico

CARACTERÍSTICAS ADICIONALES**			
Característica	DBO5 en mg/L	Resultado	2,8

**IRCA sin tomar en cuenta las características adicionales no considerados en la resolución 2115 de 2007.

OBSERVACIONES:
NOTA: Según los parámetros analizados, la muestra de agua se clasifica en el nivel de riesgo: MEDIO. Presenta valores para Turbiedad, que la apartan de los valores aceptables desde el punto de vista Físicoquímico según la resolución 2115 del 2007 del MPS / MAVDT.

CARACTERÍSTICAS ANALIZADOS: 6

Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA			
Características para IRCA: 6	IRCA BÁSICO: 19,35 %	IRCA ESPECIAL: 0,00 %	IRCA: 19,35 %
Nivel de riesgo: MEDIO			

IRCA Básico: Según Cuadro 6 Art. 13 Res. 2115 de 2007
 IRCA Especial: Según Parágrafo Art. 13 Res. 2115


 
 
 Coordinador del Laboratorio Analista - Físicoquímico Analista - Microbiológico

Impresión Reporte: 03/07/2015

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



Informe de Análisis de la Calidad del Agua para Consumo Humano
 Autoridad Huila
 SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL DEL HUILA
 IRCA por Muestra

NIT: 900250887 Persona Prestadora: EMPRESAS PUBLICAS DE ACEVEDO S.A.S.E.S.P

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Muestra No: 15	Código laboratorio: 1691	Contramuestra pp: No
Fecha de toma: 10/06/2015 5:00:00	Fecha de recep. laboratorio: 10/06/2015 8:00:00	Fecha análisis laboratorio: 10/06/2015 8:30:00
Muestra Tomada por: Edgar Moreno	Desinfectante:	Coagulante:
Análisis Solicitados: Físicoquímico, Microbiológico	Resultados para: Vigilancia	Tipo de muestra:

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Código: 2449	Nombre: SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL DEL HUILA	Teléfono: (078) 870 19 80 Ext. 111 Ext. 122
Fax: (078) 870 19 80	Dirección: Carrera 20 No. 5 B-36	Email: saludhuila@hotmail.com
Página WEB:		

INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Nombre: SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL DEL HUILA	Departamento: Huila	Municipio: Neiva
---	---------------------	------------------

INFORMACIÓN DEL PUNTO DE TOMA

Departamento: Huila	Municipio: Acevedo	Población: Rural	Clase: Cabecera Municipal-
Lugar: PUNTO C. N°3		Descripción: Fuente	Código punto: - 3
Dirección: Vereda Bateas		GPS:	Fuente: QUEBRADA LA GUACHE
Concertado: No		Intradomiciliario: No	

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Característica	Método	Resultado	Unidades	Valores Aceptables	Diagnóstico
Cloro residual libre	Colorimétrico de la DPD	0,0	mg Cl ₂ /L	≥ 0,3 ≤ 2	Aceptable
Coliformes totales	Sustrato definido	0	UFC/100 cm ³	≥ 0 ≤ 0	Aceptable
Color aparente	Comparación visual	10	UPC	≥ 0 ≤ 15	Aceptable
E.coli	Sustrato definido	15	UFC/100 cm ³	≥ 0 ≤ 0	No Aceptable
ph	Electrométrico	7,1	Unidades de PH	≥ 6,5 ≤ 9	Aceptable
Turbiedad	Nefelométrico	5,9	UNT	≥ 0 ≤ 2	No Aceptable

* Cuando se utilice la técnica de enzima sustrato y el resultado es "<1 microorganismo / 100cm³" o cuando se utilice la técnica Presencia-Ausencia y el resultado es "ausencia en 100cm³" se le asigna el valor de 0 "cero". Si se > 1 o hay presencia el valor es > 0

ANÁLISIS ESPECIALES

Sólidos disueltos totales	SDT ppm - punto 1	Resultado	173	Valores Aceptables	Diagnóstico
---------------------------	-------------------	-----------	-----	--------------------	-------------

CARACTERÍSTICAS ADICIONALES**

Característica	DBO, mg/L	Resultado	3,03
----------------	-----------	-----------	------

**IRCA sin tomar en cuenta las características adicionales no considerados en la resolución 2115 de 2007.

OBSERVACIONES:

NOTA: Según los parámetros analizados, la muestra de agua se clasifica en el nivel de riesgo: MEDIO. Presenta valores para Turbiedad, que la apartan de los valores aceptables desde el punto de vista Físicoquímico según la resolución 2115 del 2007 del MPS / MAVDT.

CARACTERÍSTICAS ANALIZADOS: 6

Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA

Características para IRCA: 6	IRCA BÁSICO: 19,35 %	IRCA ESPECIAL: 0,00 %	IRCA: 19,35 %
Nivel de riesgo: MEDIO			

IRCA Básico: Según Cuadro 6 Art. 13 Res. 2115 de 2007
 IRCA Especial: Según Parágrafo Art. 13 Res. 2115

Coordinador del Laboratorio

Analista - Físicoquímico

Analista - Microbiológico

Impresión Reporte: 03/07/2015

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

Fin de Reporte



Informe de Análisis de la Calidad del Agua para Consumo Humano
 Autoridad Huila
 SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL DEL HUILA
 IRCA por Muestra

NIT: 900250887 Persona Prestadora: EMPRESAS PUBLICAS DE ACEVEDO S.A.S.E.S.P

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Muestra No: 16	Código laboratorio: 1691	Contramuestra pp: No
Fecha de toma: 10/06/2015 5:00:00	Fecha de recep. laboratorio: 10/06/2015 8:00:00	Fecha análisis laboratorio: 10/06/2015 8:30:00
Muestra Tomada por: Edgar Moreno	Desinfectante:	Coagulante:
Análisis Solicitados: Físicoquímico, Microbiológico	Resultados para: Vigilancia	Tipo de muestra: CRUDA

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Código: 2449	Nombre: SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL DEL HUILA	Teléfono: (078) 870 19 80 Ext. 111 Ext. 122
Fax: (078) 870 19 80	Dirección: Carrera 20 No. 5 B-36	Email: saludhuila@hotmail.com
Página WEB:		

INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Nombre: SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL DEL HUILA	Departamento: Huila	Municipio: Neiva
---	---------------------	------------------

INFORMACIÓN DEL PUNTO DE TOMA

Departamento: Huila	Municipio: Acevedo	Población: Rural	Clase: Cabecera Municipal-
Lugar: PUNTO C. N°3		Descripción: Fuente	Código punto: - 3
Dirección: Vereda Bateas		GPS:	Fuente: QUEBRADA LA GUACHE
Concertado: No		Intradomiciliario: No	

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Característica	Método	Resultado	Unidades	Valores Aceptables	Diagnóstico
Cloro residual libre	Colorimétrico de la DPD	0,0	mg Cl ₂ /L	≥ 0,3 ≤ 2	Aceptable
Coliformes totales	Sustrato definido	0	UFC/100 cm ³	≥ 0 ≤ 0	Aceptable
Color aparente	Comparación visual	14	UPC	≥ 0 ≤ 15	Aceptable
E.coli	Sustrato definido	24	UFC/100 cm ³	≥ 0 ≤ 0	No Aceptable
ph	Electrométrico	7,1	Unidades de PH	≥ 6,5 ≤ 9	Aceptable
Turbiedad	Nefelométrico	14,47	UNT	≥ 0 ≤ 2	No Aceptable

* Cuando se utilice la técnica de enzima sustrato y el resultado es "<1 microorganismo / 100cm³" o cuando se utilice la técnica Presencia-Ausencia y el resultado es "ausencia en 100cm³" se le asigna el valor de 0 "cero". Si se > 1 o hay presencia el valor es > 0

ANÁLISIS ESPECIALES

Sólidos disueltos totales	SDT ppm - punto 1	Resultado	488	Valores Aceptables	Diagnóstico
---------------------------	-------------------	-----------	-----	--------------------	-------------

CARACTERÍSTICAS ADICIONALES**

Característica	DBO,mg/L	Resultado	3,04
----------------	----------	-----------	------

**IRCA sin tomar en cuenta las características adicionales no considerados en la resolución 2115 de 2007.

OBSERVACIONES:

NOTA: Según los parámetros analizados, la muestra de agua se clasifica en el nivel de riesgo: MEDIO. Presenta valores para Turbiedad, que la apartan de los valores aceptables desde el punto de vista Físicoquímico según la resolución 2115 del 2007 del MPS / MAVDT.

CARACTERÍSTICAS ANALIZADOS: 6

Índice de Riesgo de la Calidad del Agua IRCA

Características para IRCA: 6	IRCA BÁSICO: 19,35 %	IRCA ESPECIAL: 0,00 %	IRCA: 19,35 %
Nivel de riesgo: MEDIO			

IRCA Básico: Según Cuadro 6 Art. 13 Res. 2115 de 2007
 IRCA Especial: Según Parágrafo Art. 13 Res. 2115

Coordinador del Laboratorio

Analista - Físicoquímico

Analista - Microbiológico

Impresión Reporte: 03/07/2015

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

Fin de Reporte

Anexo 3: encuesta a pobladores aledaños a la microcuenca

Fecha:

Hora:

Lugar:

Encuestado: F ____ M ____

Edad: _____

1. Hace cuanto que reside en la vereda.

1 año _____ menos de 1 año _____ entre 2 y 5 años _____ más de 5 años _____

2. En donde arroja las aguas que provienen del baño en su casa.

Pozo septico artesanal _____ pozo septico tipo tanque _____ a la quebrada
directamente _____

3. En donde arroja las aguas provenientes de la cocina de su casa.

A la quebrada directamente _____ al suelo _____

4. Las aguas provenientes del lavado del café (beneficiaderos), las arroja a:

La quebrada directamente _____ al suelo _____ laguna de estabilización _____

5. Que hacen con los residuos solidos (bolsas plasticas, tarros, vidrios, llantas...) que
generan en la casa

Los queman ____ los depositan a la quebrada _____ los reciclan ____ otro _____

6. Cómo cuidan ustedes, en familia de la quebrada que pasa cerca de su vivienda:

Limpieza de residuos solidos _____ siembra de arboles _____ tratan el agua residual
antes de arrojarla a la quebrada ____ no la cuidan _____

7. Normalmente para que utiliza el agua de la quebrada.

Para consumo humano ____ para consumo animal ____ para lavado de ropa ____ para regar los cultivos ____ para lavado del café ____ para depositar las aguas servidas ____

8. ¿Durante los años que ha vivido cerca de la quebrada, alguna vez pescó en ella?

SI ____ NO ____

9. ¿Hace cuantos años que había peces en la quebrada?

Menos de un año ____ más de un año ____ cuanto tiempo ____

Anexo 4: fotografías de la microcuenca, trabajo de campo

