

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA PARTE ALTA DE LA
QUEBRADA LA CHORRERA, ABASTECEDORA DEL ACUEDUCTO, DEL
MUNICIPIO DE PUERTO GUZMAN-PUTUMAYO**

**DORIS LENIDA BECERRA AGREDA
OSCAR EDUARDO ROMERO**

**FUNDACION UNIVERSITARIA DE POPAYAN
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
PROGRAMA DE ECOLOGIA
2017**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA PARTE ALTA DE LA
QUEBRADA LA CHORRERA, ABASTECEDORA DEL ACUEDUCTO, DEL
MUNICIPIO DE PUERTO GUZMAN-PUTUMAYO**

DORIS LENIDA BECERRA AGREDA

OSCAR EDUARDO ROMERO CARVAJAL

Tesis Para Optar El Título como Ecólogo

Director: Arnold Arias Hoyos

Codirector: Juan Camilo Muñoz García

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

PROGRAMA DE ECOLOGÍA

POPAYÁN CAUCA

2019

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios, por habernos dado fuerza y valor para culminar esta etapa de nuestras vidas.

Agradecemos también la confianza y el apoyo brindado por nuestros padres que sin duda alguna nos han demostrado su amor, corrigiendo nuestras faltas y celebrando nuestros triunfos.

Agradecemos a la Fundación universitaria de Popayán, así como también a los docentes que abrieron las puertas del conocimiento y aportaron todo lo necesario para formar personas y profesionales íntegros.

A nuestro director de tesis. Arnold Arias Hoyos y codirector Juan Camilo Muñoz por la orientación, seguimiento, y supervisión continua de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido para poder terminar nuestros estudios y trabajo de investigación con éxito.

Agradecimientos especiales a nuestros familiares por siempre brindarnos su apoyo, tanto sentimental, como económico, a nuestros amigos y compañeros de clase por todos los años de compartir experiencias, aprendizaje y por su ayuda incondicional.

A la empresa EMPOGUZMAN por toda la colaboración brindada, durante la elaboración de este proyecto.

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial, a mi madre Eliza Agreda por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto de vida, a mi hija Sara Valentina quien es la inspiración de todos mis sueños, al hombre que me dio la vida, el cual a pesar de haberlo perdido, ha estado siempre guiándome y cuidándome desde el cielo, a mis hermanos y demás familia porque de una u otra manera siempre han estado incondicionalmente apoyándome para cumplir mis sueños. A mi compañero de tesis y a mis amigas Jesica, Vanesa y Camila. Que, gracias a su apoyo, y conocimientos hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

Doris Lenida Becerra Agreda

Este trabajo está dedicado a mi madre, quien ha confiado en mí en todo momento para lograr este proyecto y quien marcó las pautas para afrontar la vida, en especial este reto de ser profesional. A mi familia, por estar a mi lado brindándome consejos, cariño y apoyo incondicional.

Oscar Eduardo Romero Carvajal

CONTENIDO

RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCION.....	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	16
3. OBJETIVOS.....	17
3.1 GENERAL.....	17
3.2 ESPECIFICOS.....	17
4. JUSTIFICACION.....	18
5. AREA DE ESTUDIO.....	19
6. ANTECEDENTES.....	28
7. MARCO TEORICO.....	34
8. MARCO LEGAL.....	48
9. METODOLOGIA.....	50
9.1.1 Revisión y análisis bibliográfico.....	50
9.1.2 Reconocimiento y recolección de información actual de la quebrada La Chorrera.....	50
9.1.3 Matriz de identificación, calificación y priorización de impactos ambientales.....	51
9.2 FASE 2. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DEL IRCA E ICA.....	53
9.2.1 Aplicación del índice de riesgo de la calidad del agua (IRCA).....	53
9.2.1.1 Diseño de muestreo.....	53
9.2.1.2 Medición de parámetros in situ y ex situ.....	54
9.2.1.3 Purga y desinfección de recipientes.....	55
9.2.1.4 Toma y preservación de muestras.....	56
9.2.1.5 Parámetros físico-químicos muestreados.....	57
9.2.1.6 Muestreo microbiológico.....	58
9.2.2 Diseño de muestro ICA (Índice de la Calidad del Agua).....	58
9.2.2.2 Parámetros Físicos y químicos.....	59

9.2.2.3 Muestro Microbiológico	60
9.2.2.4 Cálculo del valor de cada variable.	62
9.2.3 Análisis Estadístico	65
9.3 FASE 3. DEFINIR ESTRATEGIAS QUE CONTRIBUYA AL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA ZONA DE ESTUDIO.	66
9.3.1 Matriz DOFA	66
9.3.2 Matriz Ansoff	67
9.3.3 Matriz Ejes de Schwartz.....	68
10. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	69
10.1 FASE I. EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES QUE AFECTAN EL AREA DE INFLUENCIA.....	69
10.2 FASE II. DETERMINACION DE LA CALIDADA DEL AGUA A TRAVES DE LA APLICACIÓN IRCA E ICA	81
10.2.1 Análisis Físico	83
10.2.2 Análisis Químico	84
10.2.3 Análisis microbiológico.....	94
10.2.4 Resultados Estadístico.....	96
10.2.5 Determinación de IRCA en el mes de marzo y abril para las E1, E2 Y E3 .	99
10.2.5.1 Determinación de IRCA en el mes de mayo para las E1, E2 Y E3	100
10.2.5.2 Informe de análisis de la calidad del agua para consumo humano tomada por la secretaria de la salud departamental	102
10.3 FASE 3. DEFINICION DE ESTRATEGIAS QUE CONTRIBUYEN AL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	109
10.3.1 Matriz DOFA	109
10.3.2 Matriz Ansoff	113
10.3.3 Matriz Ejes de Schwartz.....	117
11. CONCLUSIONES.....	128
12. RECOMENDACIONES	131
13. BIBLIOGRAFIA	132
14 ANEXOS.....	142

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Ordenación de corrientes.....	21
TABLA 2. Puntaje de riesgo.....	38
TABLA 3. Valores permisibles.....	39
TABLA 4. Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA por muestra y el IRCA mensual y acciones que deben adelantarse.....	40
TABLA 5. Calificación de la calidad del agua según los valores del ICA.....	41
TABLA 6. Variables y ponderaciones para el caso de 5 variables.....	42
TABLA 7. Variables y ponderaciones para el caso de 6 variables.....	42
TABLA 8. Características Microbiológicas.....	45
TABLA 9. Aspectos.....	52
TABLA 10. Parámetros de calificación de importancia.....	52
TABLA 11. Rango de jerarquización de la importancia del efecto.....	53
TABLA 12 Parámetros fisicoquímicos según la resolución 2115 del 2007.....	58
TABLA 13. Parámetros Microbiológicos muestreados.....	59
TABLA 14. Parámetros fisicoquímicos ICA.....	60
TABLA 15. Parámetros microbiológicos ICA.....	61
TABLA 16. Descripción de procesos, actividades, aspectos ambientales e impactos ambientales.....	72
TABLA 17. Importancia y clasificación de impactos.....	73
TABLA 18. Marco legal de los Aspectos Ambientales Identificados en la zona de estudio.....	82
TABLA 19. Definición de las estaciones de muestreo.....	83
TABLA 20. Promedio de parámetros fisicoquímicos.....	84
TABLA 21. Resultados de coliformes totales para cada una de las estaciones de muestreo.....	96
TABLA 22. Resultados de E. Coli para cada una de las estaciones de muestreo.....	96

TABLA 23. coeficiente de correlación de Pearson para variables fisicoquímicas y microbiológicas.....	98
TABLA 24. Correlaciones de Pearson.....	99
TABLA 25. Análisis de Componentes de varianza para variables fisicoquímicas y microbiológicas.....	100
TABLA 26. Resultados del análisis del agua para el mes de marzo.....	101
TABLA 27. Resultados del análisis del agua para el mes de abril.....	102
TABLA 28. Resultados del análisis del agua para el mes de mayo.....	102
TABLA 29. General de los resultados del IRCA mensual.....	103
TABLA 30. Resultados de análisis fisicoquímico y microbiológico para el mes de marzo en el barrio los 70.....	104
TABLA 31. Resultados de análisis fisicoquímico y microbiológico para el mes de marzo en el barrio los prados.....	105
TABLA 32. Resultados de análisis fisicoquímico y microbiológico para el mes de abril en el barrio los 70.....	105
TABLA 33. Resultados de análisis fisicoquímico y microbiológico para el mes de mayo en el barrio los 70.....	106
TABLA 34. Resultados de análisis fisicoquímico y microbiológico para el mes de mayo en el barrio los prados.....	107
TABLA 35. Resumen general de IRCA.....	108
TABLA 36. Resultados del índice de calidad de agua (ICA) para los meses de marzo, abril y mayo.....	109

LISTA DE MAPAS

MAPA 1. Ubicación quebrada la chorrera.....	19
---	----

LISTA DE MATRICES

Matriz 1. Dofa	68
MATRIZ 2. Ansoff.....	69
Matriz 3. Ejes Schwartz.....	70
MATRIZ 4. Identificación, calificación y priorización de impactos ambientales.....	74

LISTA DE FOTOS

FOTO 1. Captación.....	23
FOTO 2. Enrejillado.....	23
FOTO 3. Desarenador.....	23
FOTO 4. Tubería PVC.....	24
FOTO 5. Planta de tratamiento.....	25
FOTO 6. Tanque de almacenamiento.....	26
FOTO 7. Distribución de tuberías.....	27
FOTO 8. Aguas Arriba.....	54
FOTO 9. Bocatoma.....	54
FOTO 10. Tanque de almacenamiento.....	54
FOTO 11. Sonda Multiparametrica.....	55
FOT 12. Akummer.....	55

FOTO 13. Turbidímetro.....	55
FOTO 14. Purga del muestreador.....	56
FOTO 15. Toma de muestra en recipiente de plástico.....	56
FOTO 16. Rotulación de recipientes.....	57
FOTO 17. Purga de recipientes.....	57
FOTO 18. Toma de muestra.....	58
FOTO 19. Preservación de muestras.....	58
FOTO 20. Limpieza y adecuación de bocatomas.....	140
FOTO 21. Planta de tratamiento.....	140
FOTO 22 Recolección de muestras.....	141
FOTO 23. Tanque de almacenamiento.....	141
FOTO 24. Desinfección de equipos.....	141

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1. Representación gráfica del impacto contaminación Al Suelo.....	77
Gráfico 2. Representación gráfica del impacto disminución o desaparición de las especies nativas.....	78
Gráfico 3. Representación gráfica del impacto desaparición de los cuerpos de agua.....	79
Gráfico 4. descripción gráfica del impacto incremento en partículas en suspensión.....	81
Gráfico 5. Variación de color en los diferentes puntos de muestreo.....	85
Gráfico 6. Variación de turbidez en los diferentes puntos de muestreo.....	86
Gráfico 7 Variación de temperatura en los diferentes puntos de.....	87
Gráfico 8. Variación de pH en los diferentes puntos de muestreo.....	88

Gráfico 9. Variación de conductividad eléctrica en los diferentes puntos de muestreo.....	90
Gráfico 10. Variación de solidos disueltos totales (SDT) en los diferentes puntos de muestreo.....	91
Gráfico 11. Variación de dureza total en los diferentes puntos de muestreo.....	92
Gráfico 12. Variación de nitratos en los diferentes puntos de muestreo.....	93
Gráfico 13. Variación de % oxígeno disuelto (OD) en los diferentes puntos de muestreo.....	94
Gráfico 14. Variación de demanda química de oxígeno (DQO) en los diferentes puntos de muestreo.....	95
Gráfico 15. Variación de fosfatos en los diferentes puntos de muestreo.....	95
Gráfico 16. Resultados de ICA para las estaciones de muestreo en los diferentes meses.....	109

RESUMEN

El agua potable es un recurso indispensable para garantizar los derechos y la calidad de vida del ser humano, ya que su contaminación conlleva un riesgo para la salud de la población Guzmanense. Es por ello, que la siguiente investigación describe la problemática de la calidad del agua que consumen actualmente los habitantes del municipio de Puerto Guzmán-Putumayo. El objetivo del siguiente trabajo de grado, fue evaluar la calidad del agua de la parte alta de la quebrada la chorrera con el fin de proponer estrategias que contribuyan al mejoramiento tanto de la zona de estudio como del servicio que brinda la empresa EMPOGUZMAN. Para alcanzar este objetivo, se identificaron y analizaron las diferentes actividades y procesos que con llevan a una serie de impactos ambientales sobre el componente hídrico. Luego se procedió hacer un análisis fisicoquímico y bacteriológico mediante la aplicación del IRCA-ICA donde se recogió una muestra mensual durante los meses de marzo, abril y mayo en tres estaciones diferentes para el índice del IRCA y dos para el ICA. Los resultados obtenidos en esta investigación determinaron que efectivamente el agua no cumple con los criterios de calidad para consumo humano propuestos en la Resolución 2115 del 2007 de la Norma Colombiana, debido a varios factores que ocurren en la zona de estudio: primero, existe una alta intervención antrópica por las comunidades cercanas a la quebrada, segundo fallas presentadas en el tratamiento de cloración, e irregularidades en el proceso de la planta debido a que esta cuenta con más de 15 años en funcionamiento. Posteriormente se definen estrategias a través de la implementación de tres matrices (Dofa, Ansoff y Ejes de Schwartz) debido a esto se conoce las diferentes debilidades, oportunidades, fortalezas amenazas, aspectos positivos y negativos tanto de la zona de estudio como de la empresa EMPOGUZMAN. **Palabras Claves:** Calidad del agua, IRCA, ICA, estrategias, población.

ABSTRACT

Potable water is an indispensable resource to guarantee a good quality of life for human communities. Its contamination creates a health risk for the population; this is why this research describes the problems and risks of the water quality that people from the Puerto Guzman -Putumayo are currently consuming.

This paper evaluated the water quality of the upper part of the stream La Chorrera, with the purpose of creating strategies that contribute to the improvement both of the area of the study as well as the services provided by EMPOGUZMAN. To achieve this objective we identified and analyzed the different activities and processes that cause a series of environmental impacts in the streams echo system.

After we proceeded to take samples and performed physical, chemical and bacteriological analysis with the application of IRCA-ICA where samples were collected monthly during the months of March, April and May In three different stations for the IRCA index and two samples for ICA index.

The findings in this study determined that the water does not meet the requirements for human consumption indicated on the 2115 resolution of the Colombian Norm from 2007. There are various factors that contribute to this issue, one is the intervention of the community that's adjacent to the stream, second are the issues with the chlorination process and irregularities in the plant processes due to the age (15 years) and low maintenance of the plant.

We define strategies thru the use of (Dofa, Ansoff, and Schwartz axes) that determined the flaws, opportunities, strengths, risks, and positive and negative aspects that involve both the community in the area of study and EMPOGUZMAN

INTRODUCCION

Para el ser humano el agua es el elemento vital en la realización de todas las actividades diarias, desafortunadamente no hay un equilibrio entre demanda y oferta de este recurso. Dentro de las principales causas está el deterioro y la pérdida de la cobertura vegetal, inadecuadas prácticas de uso del recurso, contaminación por residuos o vertimientos.¹ El agua forma parte de todos los procesos naturales de la tierra, por lo que tiene un impacto en todos los aspectos de la vida; debido a que cada organismo depende del agua, ésta se ha convertido en el eje primordial del desarrollo de la sociedad a través de la historia, pero también es considerada un recurso limitado, muy vulnerable y no existe una conciencia globalizada sobre el manejo razonable que se debe ejercer sobre el mismo. El macizo colombiano es la principal estrella fluvial del país, donde existen depósitos naturales y cuerpos de agua muy significativos, que hacen de este territorio una alternativa de disponibilidad de agua para diferentes usos; se caracteriza por presentar gran variedad de paisajes, tipos de relieve, suelos y unidades morfo estructurales que favorecen el albergue de gran parte de las riquezas en diversidad biológica y ecológica del planeta.²

Teniendo en cuenta que las zonas pobladas se abastecen de estas fuentes, es importante adelantar estudios para conocer las condiciones del líquido antes de ser utilizada en los acueductos, es por esto que se aplicó el método de IRCA e ICA para evaluar la calidad del agua en la parte alta de la quebrada la Chorrera, y se evaluaron los impactos ambientales que están afectando el área de estudio, donde se definieron estrategias que contribuyan al mejoramiento de este recurso.

¹ RIVERA, Luna. & URBANO, S. Diagnóstico Ambiental De Los Nacimientos Del Agua De La Quebrada La Chorrera Y Quebrada Los Indios, Parque Nacional Natural, Farallones Corregimiento De Panse Municipio De Santiago De Cali Departamento Del Valle Del Cauca. Especialización. Popayán.: Fundación Universitaria De Popayán. 2002.

² Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM). Convenio inter cooperativo Macizo Colombiano: caracterización física, biótica y socioeconómica de la ecorregión del macizo colombiano. Versión 1. febrero de 2003.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las aguas superficiales son aprovechadas generalmente para abastecer acueductos en áreas urbanas y rurales, convirtiéndose en un elemento susceptible al fenómeno de la contaminación. Por tal razón es necesario conocer y conservar el recurso.

En la quebrada la Chorrera, la intervención antrópica se divide en varios procesos que son el resultado de métodos de sustento, que van desde el uso agropecuario especialmente pastos naturales, rastrojos y cultivos que se ubican concretamente sobre los ecosistemas naturales, puntualmente sobre la parte alta de la quebrada. Estas acciones han traído como consecuencia una degradación del ecosistema y por ende del recurso hídrico afectando sus parámetros fisicoquímicos.

A pesar de este fenómeno las comunidades aledañas están aprovechando el agua sin saber las condiciones reales en que ésta se encuentra, lo cual puede generar problemas de salud a los habitantes de Puerto Guzmán, quienes son los que se benefician principalmente del recurso brindado por la empresa de servicios públicos EMPOGUZMAN.

La Chorrera es una de las tres quebradas que cuenta con la capacidad de abastecer el municipio, por eso se hace necesario evaluar los impactos que de uno u otra manera afectan el área de influencia. Por consiguiente, es importante establecer acciones sobre las problemáticas presentadas en la zona como base para mitigar los efectos que pueden estar causando la afectación del recurso hídrico de la zona de investigación.

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el estado de calidad del agua en la parte alta de la quebrada la Chorrera que es usada para abastecer el acueducto EMPOGUZMAN?

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Evaluar la calidad del agua de la parte alta de la quebrada la chorrera, aplicando el Índice de riesgo de la calidad del agua (IRCA) e Índice de la calidad de agua (ICA)

3.2 ESPECIFICOS

- ✓ Evaluar los impactos ambientales que estén afectando el área de influencia.
- ✓ Determinar la calidad del agua a través de la aplicación del IRCA e ICA.
- ✓ Definir estrategias que contribuya al mejoramiento de las condiciones actuales de la zona de estudio.

4. JUSTIFICACION

El presente trabajo de investigación se realizó teniendo en cuenta estudio anteriores sobre calidad del agua de la quebrada La Chorrera, los cuales han arrojado como resultados la intervención antrópica sobre la microcuenca dejando un alto grado de contaminación hídrico. La presión ejercida por las comunidades, es debido a que no cuentan con entidades u organizaciones que les brinden información necesaria relacionada con el cuidado de la cuenca, conciencia y conocimiento de la legislación ambiental, trayendo consigo afectaciones directas al cuerpo de agua, cambiando sus condiciones naturales, convirtiéndose en una situación crítica para el posterior aprovechamiento. Donde se ven afectados mil usuarios entre ellos (hombres, mujeres y niños) que son los que consumen a diario servicio de acueducto y de no ponerle cuidado a esto, en cualquier momento se verá afectada la salud de las personas. Por tal sentido, es trascendental evaluar los impactos que están generando afectación en la calidad y el estado del agua del afluente, debido a que este recurso debe ser apto para consumo humano. Por otra parte, la calidad del recurso hídrico se clasifica como apta o no apta para consumo humano, de considerarse no apta, se deben plantear estrategias que ayuden a disminuir aquellos impactos encontrados.

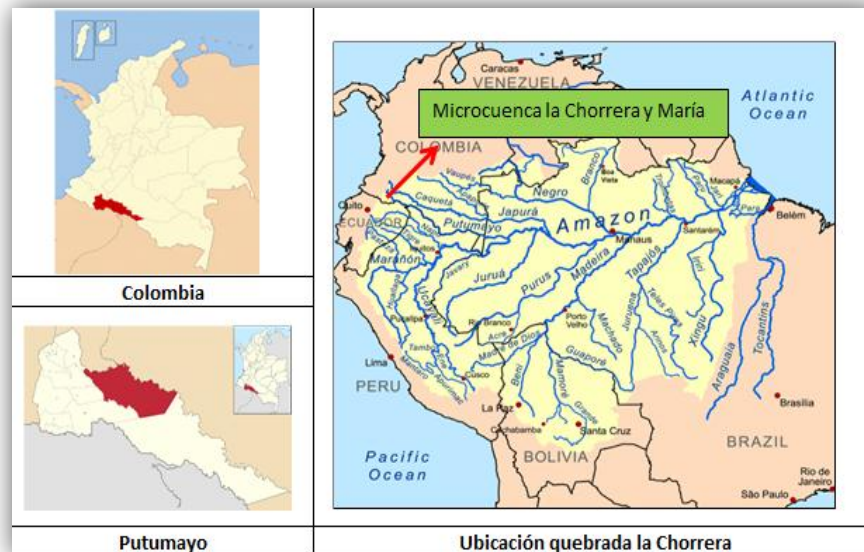
Finalmente se espera que el presente proyecto de investigación, sirva de orientación o punto de partida para futuros estudios que busquen aplicar métodos a mayor escala de tiempo para el mejoramiento o manipulación de las problemáticas y así este pueda ser replicado en otros municipios, para quienes estén interesados en mejorar la calidad de vida de los habitantes.³

³ BURBANO, José. Plan De Manejo Ambiental Para La Quebrada Lavapiés, 2008, 9-11P.

5. AREA DE ESTUDIO

El proyecto se realizó en el Departamento del Putumayo, en el municipio de Puerto Guzmán, en la quebrada la Chorrera fuente abastecedora del acueducto Empoguzman.

Mapa 1. Ubicación quebrada la chorrera



Fuente:

Levantamiento De Línea Base Y Diagnostico Ambiental De Las Microcuencas La Chorrera Y La María. 2015

5.1 Localización General

El municipio de Puerto Guzmán se encuentra ubicado al noroccidente del departamento del Putumayo, con los siguientes límites: **NORTE:** Desde el nacimiento del río Jauno, en línea recta imaginaria hasta encontrar la desembocadura de la quebrada Sardinias en el río Caquetá. Río Caquetá aguas abajo hasta llegar al punto situado frente a la desembocadura del río Orteguaza en el río Caquetá. **ORIENTE:** Desde el punto situado frente a la desembocadura del río Orteguaza al río Caquetá, línea recta con dirección Sur Oeste hasta encontrar la

confluencia de los ríos Mecaya y Yurilla. **SUR:** Desde Puerto Aquiles ubicado a orillas del río Yurilla, en línea recta imaginaria hasta el punto denominado Carrasquilla en el río Mecaya, luego sigue aguas arriba hasta la desembocadura del río Picudo Grande, de ahí aguas arriba hasta encontrar el río Caimán, luego del río Caimán sigue aguas arriba hasta el río Júpiter. **OCCIDENTE:** Con el Municipio de Mocoa, con una dirección de Occidente a oriente que sigue al río Caquetá en unos 200 Kilómetros de longitud⁴.

La microcuenca de la quebrada la Chorrera desde el contexto internacional, hace parte de la gran cuenca del río Amazonas, de igual manera a nivel nacional forma parte de la cuenca del río Caquetá desembocando en el río Mandur; esta microcuenca se localiza en el departamento del Putumayo, en el Occidente del municipio de Puerto Guzmán, y al Sur Occidente del sector urbano del mismo, enmarcada dentro de las siguientes coordenadas⁵:

Longitud (1) 76°40'30" W	Latitud (1) 00°57'15" N
Longitud (2) 76°23'00" W	Latitud (2) 01°05'15" N
Longitud (3) 76°23'00" W	Latitud (3) 00°53'00" N
Longitud (4) 76°40'30" W	Latitud (4) 00°53'00" N.

5.2 Aspectos ambientales del municipio

El municipio se encuentra en un rango altitudinal entre 218 y 550 m.s.n.m, con una temperatura media de 24°C y precipitación promedia de 364.7 mm/mes: el cual corresponde a una zona bosque húmedo tropical. Esta región por encontrarse en la zona ecuatorial de la Amazonía (entre las latitudes 2° N y 2°S) según Domínguez (1985), no presenta un período seco definido, puesto que las lluvias nunca son

⁴ MORA, Edison. Plan De Desarrollo Municipal – Puerto Guzmán. [EN LINEA]. [Citado en 28 de Agosto 2015 de 2017]. Disponible en internet: <https://www.putumayo.gov.co/images/documentos/PDMunicipales/PDM_Pto_Guzman2012_2015.pdf>

⁵ ALCALDIA, Municipal. y EQUIPO, Técnico. Levantamiento De Línea Base Y Diagnóstico Ambiental De Las Microcuencas La Chorrera Y La María. Puerto Guzmán.

inferiores en promedio mensual a los 100 mm, esto se debe a que la zona nunca se ve realmente libre de la influencia de las calmas ecuatoriales, por ubicarse en la línea ecuatorial tiene una incidencia perpendicular de las radiaciones solares sobre la tierra y más horas de irradiación constante anual. Esto permite una mayor energía que se transforma en una exuberante vegetación, aumento de temperatura, y evapotranspiración, haciendo que el proceso de fotosíntesis sea perfecto.⁶

5.2.1 Hidrografía

La subcuenca de la María desemboca en la microcuenca la Chorrera, ésta desemboca en la cuenca del río Mandur, cuyas fuentes de agua corren hacia la vertiente del río Caquetá. Esta Microcuenca está conformada por una serie de quebradas como la María es importante tanto por su caudal y la función ecológica de la misma.

La reglamentación y ordenación de corrientes dados en la tabla 1. según las autoridades Ambientales Competentes, debe realizarse en el ámbito de cuenca y microcuenca, ya que su área y características facilitan el desarrollo de los procesos de reglamentación, coincidiendo con la necesidad de unificar la escala de ordenación⁷.

Tabla 1. Ordenación de corrientes

GRAN CUENCA	CUENCA	SUB CUENCA	MICRO CUENCA	SUB CUENCA	LOCALIZACION	AREA Km ²	Nº ORDEN
Amazonas	Río Caquetá	Río Mandur	Quebrada la Chorrera	La María	Puerto Guzmán	17.86	4

Fuente: Levantamiento De Línea Base Y Diagnostico Ambiental De Las Microcuencas La Chorrera Y La María. 2015

⁶ Ibid., P. 22

⁷ Ibid., P.27

5.2.2 Características del acueducto EMPOGUZMAN

La microcuenca la Chorrera es considerada como área de importancia estratégica, al ser fuente hídrica abastecedora de agua para consumo humano y abastecen el acueducto de Puerto Guzmán el cual funciona por gravedad, el sistema desarenador - aducción está construido desde hace más de 30 años.

5.2.2.1 Captación.

El informe de la contraloría del Putumayo y el plan de manejo de corpoamazonia describen las características y estructura del acueducto.

“Las dos fuentes hídricas (Quebradas la Chorrera y la María) se unen en el punto donde se encuentra ubicada la captación construido hace más de 15 años en concreto reforzado. Consiste en una captación de fondo convencional con vertedero, tanque decantador, desagüe de 6”, compuertas de control y accesorios de lavado, rejilla en hierro de 1.50 x 0.30 metros con varillas de ½” cada 3.5 centímetros; pendiente moderada, aletas de protección y dique. La estructura fue recientemente remodelada y optimizada. Cuenta con una capacidad de diseño de 28 Lps y se encuentra en buen estado de funcionamiento. presentado una bocatoma ubicada en la parte inferior de la infraestructura”.⁸

⁸ Ibid., P.218

Foto 1. Captación



Foto 2. Enrejillado



Fuente: Levantamiento De Línea Base Y Diagnostico Ambiental De Las Microcuencas La Chorrera Y La María. 2015

5.2.2.2 Desarenador Aducción y tratamiento

“El desarenador es tipo convencional construido en concreto reforzado con tapa en concreto, de dimensiones 8.33 mts de largo x 2.0 mts de ancho, una profundidad libre de 1.55 mts y un volumen neto de 16 m³, Tiene una capacidad calculada de 51 Lps (estimada por la consultoría), se encuentra en buen estado de funcionamiento y con la suficiente capacidad para satisfacer la demanda de consumo de la población actual y futura.”⁹

Foto 3. Desarenador



Fuente: Levantamiento De Línea Base Y Diagnostico Ambiental De Las Microcuencas La Chorrera Y La María. 2015

⁹ Ibid., P.220

5.2.2.3 Aducción

“La aducción está comprendida desde el desarenador hasta la planta de tratamiento de agua potable, constituida por un tramo de tubería de PVC de diámetro 8” con longitud de 3,8 Km donde se reduce a 6” igualmente en PVC unos 3,5 Km hasta llegar a la PTAP. La línea de aducción se encuentra en buen estado, pero requiere de adecuaciones para optimizar su funcionamiento. En el trayecto se encuentran válvulas de purga y ventosas de diámetro 2” que presentan fugas; en algunos puntos se han abierto huecos con puntilla o cuchillo para liberar el aire; algunos tramos de la línea están a cielo abierto sin ningún tipo de recubrimiento y otros pequeños viaductos no tiene columnas de concreto con soportes, sino que se realiza con madera.”¹⁰

Foto 4. *Tubería PVC*



Fuente: Levantamiento De Línea Base Y Diagnostico Ambiental De Las Microcuencas La Chorrera Y La María. 2015

¹⁰ Ibid., P.220

5.2.2.4 Tratamiento.

“La planta de tratamiento de agua potable es tipo compacta viene operando desde hace más de 4 años, se basa en la tecnología modular Filtrado rápido Ascendente y Filtrado Rápido Descendente FRA – FRD, se aplica sulfato de aluminio tipo A y cloro para la desinfección. Su diseño fue revisado para tratar picos de turbiedad y niveles de color altos. La capacidad de diseño es de 28 Lps, pero actualmente maneja caudales promedios de 22 Lps, la planta tiene un medidor de caudal que permite calcular el caudal instantáneo o el acumulado. Su funcionamiento es malo, ya que el agua distribuida es de mala calidad.”¹¹

Foto 5. *Planta de tratamiento*



Fuente: Autores 2018

5.2.2.5 Tanque de almacenamiento

“Tanque 1: viejo construido en concreto reforzado de 8.40 mts x 8.40 mts x 2.12 mts; volumen de 150 m³; válvula reductora de presión y válvulas de sello de 8” de vástago. Válvulas de control de HF de la salida en tubería de diámetro de 6”. El tanque de almacenamiento No. 2 nuevo construido en concreto reforzado; 9.75 mts

¹¹ Ibid., P.221

x 9.75 mts y profundidad de 2,63 mts; volumen de 250 m³; Tubería de entrada de 6".¹²

Foto 6. *Tanque de almacenamiento*



Fuente: Levantamiento De Línea Base Y Diagnostico Ambiental De Las Microcuencas La Chorrera Y La María. 2015

5.2.2.6 Conducción

“La conducción tiene aproximadamente 4.000 metros lineales desde el tanque de almacenamiento nuevo hasta el inicio de las redes de distribución o entrada al pueblo, la tubería en su totalidad es en PVC con diámetros que varían de 6” (150 mm), 4” (100 mm) y 3” (75 mm) hasta la entrada a la red. Tiene válvulas de purga de mariposa y ventosas de acción doble”¹³

¹² Ibid., P.221

¹³ Ibid., P.222

5.2.2.7 Distribución

“La red de distribución está conformada por 4.8 Kilómetros de tubería entre 2" y 1.5" en PVC construidas en el año 2002. Existen Planos y estudios con información de las redes de acueducto, además se cuenta con información en Autocar de redes donde se detallan los diámetros de las tuberías, indicados en la siguiente tabla.”¹⁴

Foto 7. *Distribución de tuberías*



Fuente: Levantamiento De Línea Base Y Diagnostico Ambiental De Las Microcuencas La Chorrera Y La María. 2015

¹⁴ Ibid., P.222

6. ANTECEDENTES

Ibáñez y Maritza realizaron un estudio en la Sub Cuenca del Río San Pablo del Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, debido a las actividades agrícolas y ganaderas que llevan a cabo los asentamientos poblacionales indica la destrucción de manera acelerada la cobertura vegetal existente y contribuyendo a la contaminación del agua. De acuerdo a la metodología utilizada se permitió descubrir de forma real y objetiva la línea base del proyecto mediante el diagnóstico situacional del Cantón La Maná permitiendo verificar que en la población existen muchas necesidades insatisfechas que deben ser atendidas y así contribuir a mejorar las condiciones de vida.

Así también el diagnóstico desarrollado del recurso hídrico en la Sub Cuenca del Río San Pablo permite determinar el caudal existente siendo este de 9,732 l/seg, mismo que en la actualidad se ve afectado por la deforestación existente, la cual no es representativa pero si influye en la disminución del caudal, así como también la explotación de material pétreo, en lo que se refiere a la calidad del agua de acuerdo a los respectivos análisis realizados se identificó que los principales contaminantes son: DBO5, Grasas y Aceites, Colibacilos Totales y Colibacilos fecales, debido principalmente a la contaminación notable de los distintos establos de ganado vacuno y a los criaderos de porcinos. Con el previo diagnóstico desarrollado es importante estructurar un Plan de Manejo Ambiental con los respectivos planes, programas y proyectos, acorde a los planteamientos propuestos en los códigos, y a las políticas de responsabilidad social y ambiental para la protección del ambiente y el bienestar del Cantón La Maná.¹⁵

¹⁵ Ibáñez Esquivel, Gabriela Maritza. (2012). Elaboración de un plan de manejo ambiental para la conservación de la sub cuenca del Rio San Pablo en el cantón La Mana, provincia de Cotopaxi. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. UTC. 165 p.

A. Padilla, T. García, Nancy y W. Pérez, realizaron un estudio en la subcuenca del río Quiscab, considerada como su mayor tributaria, que inició por la caracterización físico-química y bacteriológica de las aguas en dos épocas del año. Para ello fueron tomadas muestras de agua en diferentes puntos de la subcuenca, previamente seleccionados a partir de la existencia de fuentes contaminantes de diversos orígenes, a las que se les realizaron los análisis correspondientes, cuyos resultados se compararon con los establecidos por las normas guatemaltecas para estimar la calidad del agua superficial. La caracterización físico-química y bacteriológica de la subcuenca, en las épocas de lluvia y seca, permitió determinar el posible uso del agua en los dos momentos evaluados¹⁶

Estupiñan & Ávila en el año 2010, determinaron que el agua para consumo humano del área urbana en el municipio de Bojacá Cundinamarca, cumplía con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos en la resolución 2115 del 2007, para ello se realizaron dos muestreos en diferentes puntos de la red de distribución, fuentes naturales y tanques de almacenamiento domiciliario. Se emplearon métodos fotométricos, electrométricos y volumétricos en los respectivos análisis físicos y químicos, para los parámetros microbiológicos se empleó la técnica de filtración por membrana. Los resultados obtenidos evidenciaron que la mayoría de las muestras no cumplió con el valor mínimo permisible de cloro residual libre, por lo tanto, según el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA), son clasificadas como no aptas para consumo humano. Sin embargo, los demás parámetros analizados incluso los microbiológicos cumplieron los parámetros estipulados en la Resolución 2115 de 2007. La calidad del agua debe mantenerse en todo el sistema de distribución, por lo tanto, además

¹⁶PADILLA, Antony, GARCIA Tomas, Nancy y Wilfredo. Caracterización físico-química y bacteriológica, en dos épocas del año, de la subcuenca del río Quiscab, Guatemala. *Rev. Cie Téc Agr* [online]. 2010, vol.19, n.3 [citado 2017-11-12], pp. 43-46. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000300008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2071-0054.

de llevar a cabo los procesos de potabilización, el prestador del servicio debe llevar un estricto control de los factores que puedan influir en la calidad del agua.¹⁷

Navarro y Ruedas en el año 2017, realizaron un proyecto en el centro poblado de Aguas Claras, ubicado a seis kilómetros del casco urbano de Ocaña, donde se determinó el desabastecimiento del recurso hídrico debido a una problemática en la prestación del servicio de agua potable, también se estudiaron las características físico químicas y microbiológicas de las fuentes abastecedoras, la ptap y la red de distribución. Además, se evaluaron los índices de calidad del agua ICA e IRCA.¹⁸

Rincón Giovanni realizó un proyecto donde evaluó la calidad del agua del río Subachoque el cual abastase a la planta de tratamiento del municipio de Madrid en Cundinamarca, donde además se determinó si el agua tratada para consumo humano del área urbana en el municipio cumplía con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos en la Resolución 2115 de 2007. Para ello, evaluaron muestras de agua cruda del río y muestras de aguas tratadas por la planta. Se emplearon métodos fotométricos, electrométricos y volumétricos en los respectivos análisis físicos y químicos; para los parámetros microbiológicos se empleó la técnica de filtración por membrana¹⁹

Valencia Ana dio a conocer la situación actual de la calidad del agua en el municipio de Riosucio en el departamento del Chocó-Colombia, se llevó a cabo esta investigación mediante la recolección de dos muestras en la fuente de captación, en la manguera de conducción hasta la vivienda y en los tanques de almacenamiento domiciliario y su respectivo análisis físico, químico y

¹⁷ESTUPIÑAN, Sandra. y AVILA, Sara. Calidad Físico-química Y Microbiológica Del Agua Del Municipio De Bojacá, Cundinamarca. En: Publicación Científica En Ciencias Biomédicas. Diciembre, 2010. Vol. 8. No. 1794-2470., p.1-7.

¹⁸ RUEDAS, Gina. y NAVARRO, Bleidy. Determinación Del Desabastecimiento Y Análisis De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano Del Centro Poblado Del Corregimiento De Aguas Claras, Municipio De Ocaña. Ingeniería Ambiental. Ocaña.: Universidad Francisco De Paula Santander. 2016. 79p.

¹⁹ RINCON, Nelson. Evaluación De Parámetros Físico-químicos Del Agua En El Proceso De Potabilización Del Río Subachoque. En: Febrero, 2017. Vol. 1. p.1-18.

microbiológico, fue posible determinar las condiciones de calidad del agua, relacionando los resultados con las cifras de mortalidad y morbilidad del municipio. Los resultados permitieron corroborar que el agua del municipio de Riosucio no es apta para consumo humano, en los tres puntos donde fueron tomadas las muestras de agua: fuente de captación, manguera de conducción y tanques de almacenamiento, el índice de riesgo para la calidad de agua de consumo (IRCA) determinado según la resolución 2115 de 2007²⁰

Briñez, Guarrizo y Arias describieron la calidad del agua para consumo humano en áreas urbanas del departamento del Tolima y su relación con la incidencia notificada de Hepatitis A, Enfermedad Diarreica Aguda (Eda) e indicadores sociales. Metodología: estudio observacional descriptivo ecológico transversal, que utiliza bases de datos del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (sivicap) y el Sistema de Vigilancia en Salud Pública (sivigila) de 2010. Se obtuvo media, mediana, desviación estándar, proporción de incidencia notificada de municipios del Tolima (n=47), se empleó Anova de una vía y análisis de correlación²¹

Cabrera, María realizó un estudio sobre el comportamiento del nivel de riesgo de la calidad de agua en el departamento de Cundinamarca (Col), teniendo en cuenta la información de vigilancia de pequeños prestadores que operan los sistemas de acueducto en las cabeceras municipales y con ello identificar la población que se vio afectada por el consumo de agua no apta en el año 2013²²

²⁰ VALENCIA, Ana. Evaluación De La Calidad De Agua Para Consumo, En La Cabecera Municipal De Riosucio Departamento Del Chocó-Colombia. Magister En Desarrollo Sostenible Y Medio Ambiente. Manizales.: Facultad De Ciencias Contables Económicas Y Administrativas. 2016. 122p.

²¹ BRIÑEZ A., Karol J.; GUARNIZO G., Juliana C.; ARIAS V., Samuel A. Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima. Facultad Nacional de Salud Pública, [S.l.], v. 30, n. 2, p. 175-182, oct. 2012. ISSN 2256-3334. Disponible en: <<http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/fnsp/article/view/11679/11762>>. Fecha de acceso: 12 nov. 2017

²² CABRERA, María. Comportamiento Del Índice De Riesgo De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano En Cabeceras Municipales En El Departamento De Cundinamarca. Especialización En

Chicunque, Julieth determino el índice de calidad del agua en la microcuenca Rumiyaco, la cual es una fuente abastecedora de un acueducto comunitario que se está viendo afectado porque se ubica aguas abajo del río Chontayaco la cual se presume está contaminada por el asentamiento humano que lleva su mismo nombre. Para la estimación del ICA se utilizará la metodología planteada por la fundación nacional de saneamiento – nsf la cual emplea 8 parámetros fisicoquímicos y 1 microbiológico²³

Herrera & Pineda realizaron un estudio donde analizaron el Índice de Riesgo de Calidad de Agua para consumo humano (IRCA) y su relación con el comportamiento de la precipitación y temperatura en el área geográfica comprendida por los departamentos de Putumayo y Sucre en los años 2012- 2013. Donde se reflejó en seis fases: la primera se elaboró la búsqueda o recopilación de información del área de estudio y en relación al tema del proyecto, en la segunda y tercera fase respectivamente se realizó la correlación entre parámetros que componen el IRCA y entre las variables meteorológicas elegidas con el índice; se evidencio, en la cuarta fase, procesamiento de la información expresada en forma de mapas temáticos para cada año que sinteticen los análisis; en la quinta fase, se interpretó y comparo cualitativamente. Finalmente, la sexta fase consistió en el planteamiento recomendaciones respecto a la vigilancia y control del IRCA.

Herrera & Pineda realizaron un estudio donde analizaron el Índice de Riesgo de Calidad de Agua para consumo humano (IRCA) y su relación con el comportamiento de la precipitación y temperatura en el área geográfica comprendida por los departamentos de Putumayo y Sucre en los años 2012- 2013. Donde se reflejó en seis fases: la primera se elaboró la búsqueda o recopilación de

Planeación Ambiental Y Manejo Integral De Los Recursos Naturales. Cundinamarca.: Universidad Militar Nueva Granada Facultad De Ingeniería. 2013. 17p.

²³CHICUNQUE, Gómez. y ADDIONY, Julieth. Determinación Del índice De Calidad Del Agua De La Microcuenca Rumiyaco, Municipio De Mocoa, Putumayo. Trabajo De Grado Para Optar El Título De Ingeniero Ambiental. Mocoa Putumayo.: Universidad Francisco De Paula Santander, Ocaña Facultad De Ciencias Agrarias Y Del Ambiente. 2017. 116p

información del área de estudio y en relación al tema del proyecto, en la segunda y tercera fase respectivamente se realizó la correlación entre parámetros que componen el IRCA y entre las variables meteorológicas elegidas con el índice; se evidencio, en la cuarta fase, procesamiento de la información expresada en forma de mapas temáticos para cada año que sinteticen los análisis; en la quinta fase, se interpretó y comparo cualitativamente. Finalmente, la sexta fase consistió en el planteamiento recomendaciones respecto a la vigilancia y control del IRCA.²⁴

²⁴ HERRERA, David. y PINEDA, Cristian. Análisis Del Irca Y Su Relación Con Variables Meteorológicas (precipitación Y Temperatura) Y Ubicación Geográfica Para Los Departamentos De Putumayo Y Sucre En Los Años 2012-2013. Trabajo De Grado Presentado Para Optar Al Título De Ingeniero Ambiental Y Sanitario. Bogotá.: Universidad De La Salle. Facultad De Ingeniería. Programa De Ingeniería Ambiental Y Sanitaria. 2012. 124p.

7. MARCO TEORICO

Dentro del medio ambiente hay grandes procesos que se desarrollan por parte del hombre que dan en relación con su subsistencia, específicamente dentro de los ecosistemas acuáticos hay actividades que ejercen presión, puesto que el recurso hídrico es un factor fundamental para el desarrollo humano. A su vez los sistemas acuáticos están en relación con los ciclos biogeoquímicos como el del agua, donde influyen en el mantenimiento del equilibrio en el medio ambiente.

7.1 Impacto Ambiental

Se puede definir ampliamente el impacto ambiental como la alteración significativa de los sistemas naturales y transformados y de sus recursos, provocado por acciones humanas. Por tanto, los impactos se expresan en las diversas actividades y se presentan tanto en ambientes naturales como en aquellos que resultan de la intervención y creación humana²⁵

Dentro de los impactos se puede considerar los factores donde estos puede influir como lo es el sector: FÍSICO (agua, aire, suelo, clima), HUMANO (aspectos socioeconómicos, calidad del paisaje, cultura), BIOLÓGICO (flora y fauna). Concretamente hay ciertas actividades que están en relación con estos sectores como lo son: la industrialización, ganadería, expansión de la frontera agrícola, urbanización, minería, tala de árboles, caza ilegal, vertimientos a cuerpos hídricos que en general conjuga varios sectores ya que la vegetación ribereña se mirará afectada al mismo tiempo que la fauna (FISICO-BIOLOGICO), también traerá consigo daños al cuerpo humano ya que las condiciones óptimas para consumo después de un vertimiento no serán adecuadas

²⁵ ESPINOZA, Guillermo. Fundamentos De Evaluación De Impacto Ambiental. [EN LINEA]. Virginia Alzina. 2001. [Citado en 14 de noviembre de 2017]. Disponible en internet: <<http://unicesar.ambientalex.info/infoCT/fundamentos.pdf>>

7.2 Evaluación De Impacto Ambiental (EIA)

El (EIA) es uno de los instrumentos preventivos de gestión ambiental que permite que las políticas ambientales puedan ser cumplidas, más aún, que ellas se incorporen tempranamente en el proceso de desarrollo y de toma de decisiones. Por ende, evalúa y corrige las acciones humanas y evita, mitiga o compensa sus eventuales impactos ambientales negativos.²⁶

La evaluación de impacto ambiental es un proceso singular e innovador cuya operatividad y validez como instrumento para la protección y defensa del medio ambiente está recomendado por diversos organismos internacionales. También es avalado por la experiencia acumulada en países desarrollados, que lo han incorporado a su ordenamiento jurídico desde hace años²⁷

Dentro de las evaluaciones se toman en cuenta varios elementos como lo son las actividades humanas en concreto, de donde se observa las condiciones actuales del ambiente o fenómeno estudiado sea: suelo, agua, aire. También se puede mirar transformaciones ocurridas a través del tiempo lo que facilita un análisis de cómo han sido los efectos durante el paso de los años, creando así una línea de tiempo en cuanto a cambios.

7.3 Estudio De Impacto Ambiental

Es el estudio técnico, de carácter interdisciplinar, que, incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno²⁸

7.4 Parámetros De Calificación:

²⁶ Ibid. P.19

²⁷ Ibid. P.23

²⁸ CONESA, Vicente. y RUBERTO, Alejandro. Guía Metodológica Para La Evaluación Del Impacto Ambiental. [EN LINEA]. Mundi Prensa. 2006. [Citado en 12 de noviembre de 2017]. Disponible en internet: <http://centro.paot.mx/documentos/varios/guia_metodologica_impacto_ambiental.pdf>

NATURALEZA: Se refiere al carácter positivo o negativo del impacto.

INTENSIDAD (I) Es el grado o nivel de fuerza o daño que manifiesta un fenómeno, se clasifican en cuatro categorías:

BAJA: Cuando la intensidad del impacto es leve, por lo tanto, no tiene consecuencias considerables sobre el recurso. **MEDIA:** Ocurre cuando el grado de perjuicio sobre el recurso está en el rango de por lo que se considera que la intensidad del impacto no evidencia un daño representativo. **ALTA:** Se encuentra dentro del rango del daño ambiental se considera notorio, por que abarca aproximadamente la mitad del recurso. **MUY ALTA:** La afectación supera el rango, se evidencia cuando hay un daño grave para el recurso²⁹

EXTENSIÓN (EX) Se conoce como el área de influencia del impacto. Se refiere al área del entorno en donde se manifiesta el impacto.

PUNTUAL: Cuando la afectación o daño se manifiesta en todo el predio, **PARCIAL:** Aquel efecto que supone una incidencia apreciable en el medio, **EXTREMO:** Cuando el efecto se detecta en una gran parte del medio considerado y **TOTAL:** cuando el efecto se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado³⁰

DURACIÓN (D) Es la combinación de los parámetros momento y persistencia, estos son omitidos dentro de la ecuación y son reemplazados por el término de duración, esta variable indica el tiempo de manifestación del impacto. La razón por la cual se unen estos dos parámetros, es que ambos aluden o hacen referencia al

²⁹ SECRETARIA DISTRICAL DE INTREGACION SOCIAL, Gestión Ambiental. Guía Metodológica Para La Evaluación De Aspectos Impacto Ambientales. [EN LINEA]. 2013. [Citado en 02 de junio de 2017]. Disponible en internet:

<[http://intranetsdis.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/3.4_proc_adminis_gestion_bienes_servicios/\(08052013\)guia_final.pdf](http://intranetsdis.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/3.4_proc_adminis_gestion_bienes_servicios/(08052013)guia_final.pdf)>

³⁰ CONEZA Y RUBERTO. Op. Cit, P.13

tiempo que transcurre para que sea visible el impacto ocasionado sobre el medio. Este parámetro se subdivide en 4 puntos.

LARGO PLAZO: El tiempo de manifestación del impacto es largo o permanente \geq a 10 años. **MEDIANO PLAZO:** Se considera que su afectación en el tiempo se encuentra en el rango de \leq a 4 años \geq 7 años. **CORTO PLAZO:** El tiempo de daño es $>$ 1 año. **INMEDIATO:** La afectación del impacto se evidencia en un tiempo \leq 1 años. El aspecto de duración planteado de la anterior forma, presenta una connotación de carácter negativo, cómo la matriz evalúa tanto aspectos negativos como positivos se hace necesario la formulación de un escenario positivo que permita evaluar el atributo de duración en un contexto satisfactorio³¹

REVERSIBILIDAD (R) Se refiere a la capacidad que tiene el componente o elemento ambiental afectado de recuperar su condición inicial o similar. A este se integra recuperabilidad, porque los dos términos se complementan entre sí, debido a que los dos hacen mención a que si el efecto del impacto puede o no mitigarse.

CORTO PLAZO: el componente ambiental afectado puede retornar a unas condiciones similares a las iniciales en un tiempo menor de un año. **MEDIANO PLAZO:** Indica que se puede recuperar el componente afectado en un plazo de 1 a 10 años. **IRREVERSIBLE:** Imposibilidad de retornar a sus condiciones iniciales o similares³²

PERIODICIDAD (PR) La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

³¹ Ibid., P.17

³² Ibid., P. 18

DISCONTINUO: El impacto se manifiesta de manera irregular. **PERIÓDICO:** Cuyo efecto se evidencia en un modo intermitente en el tiempo. Continuo: La permanencia del efecto del impacto es reiterada en el tiempo, su manifestación es continua en pequeños intervalos de tiempo. **IRREGULAR:** El impacto se manifiesta de una manera imprevisible en el tiempo es poco probable su ocurrencia.

ACUMULACIÓN (AC) Es el incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

SIMPLE: El impacto se manifiesta sobre un solo elemento ambiental y su modo de acción es individualizado. **ACUMULATIVO:** El daño del impacto puede prolongarse e incrementar en el tiempo progresivamente³³

RECUPERABILIDAD

IRRECUPERABLE: debido a la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la humana.

REVERSIBLE: Aquél en el que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio. **MITIGABLE:** Efecto en el que la alteración puede paliarse o mitigarse de una manera ostensible, mediante el establecimiento de medidas correctoras. **RECUPERABLE:** Efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana, estableciendo las oportunas medidas correctoras, y, asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable³⁴

RELACIÓN CAUSA-EFECTO

DIRECTO: Es aquél cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental. **INDIRECTO:** Aquél cuyo efecto supone una incidencia inmediata

³³ Ibid., P. 18

³⁴ CONEZA Y RUBERTO. Op. Cit P. 16

respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro³⁵

7.5 Índice de riesgo para la calidad del agua (IRCA)

“Irca calcula el porcentaje de riesgo que tiene una fuente de agua para el consumo humano, donde se tiene en cuenta los parámetros físico-químicos y microbiológicos. Que se encuentran en la tabla 2. Con el fin de determinar la calidad del agua de la quebrada Chorrera, se hace uso de parámetros cuyos valores aceptables se encuentran en la resolución nacional 2115 de junio 2007”³⁶

Tabla 2. *Puntaje de riesgo*

CARACTERISTICAS	PUNTAJE DE RIESGO
Color aparente	6
Turbiedad	15
Ph	1.5
Alcalinidad total	1
Calcio	1
Magnesio	1
Dureza Total	1
Cloruros	1
Coliformes Totales	15
<i>Echerichia Coli</i>	25

Fuente: Resolución 2115 del 2007

Para determinar IRCA en una fuente de agua, se debe tener en cuenta los valores permisibles dados en la siguiente tabla 3 de acuerdo a la resolución 2115 del 2009.

³⁵ CONEZA Y RUBERTO. Op. Cit P. 17

³⁶ Ministerio de la protección social, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. 2115 de 2007. Capítulo III, art. 10, art. 11. Capítulo IV, art. 13, art. 14, art. 15. Bogotá D.C. junio 22 de 2007.

Tabla 3. Valores permisibles

CARACTERISTICAS	VALORES PERMISIBLES	UNIDADES
Color aparente	15	UPC
Turbiedad	2	UNT
pH	6.5-9	Unidades pH
Alcalinidad Total	200	mg CaCO ₃ /L
Calcio	60	mg Ca/L
Magnesio	36	mg Mg/L
Cloruros	250	mg Cl/L
Dureza total	300	mg CaCO ₃ /L
Coliformes Totales	0	UFC/100ml
<i>Echerichia Coli</i>	0	UFC/100ml

Fuente: Resolución 2115 del 2007

7.5.1 Calculo de índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA)

Se da una clasificación para cada fuente de acuerdo al riesgo para la salud humana y sus posibles tratamientos para su potabilización, se hace el uso de IRCA que asigna un puntaje que se encuentra en la tabla N° 4 para cada característica ya sea física, química y microbiológica, el cual es determinado por el no cumplimiento de los valores aceptables en la presente resolución y que se realiza mediante las siguientes formulas.³⁷

7.5.2 Cálculo de IRCA mediante la siguiente ecuación:

IRCA por muestra:

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\sum \text{puntaje de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\sum \text{puntaje de riesgo asignado a todas las características analizadas}}$$

³⁷ GONZALEZ, Leidy. y GOYENECHÉ, Juan. Evaluación De La Calidad De Agua De Consumo Humano Para Cuatro Veredas De La Cuenca Del Rio Suarez Y Soluciones A Corto Y Largo Plazo Para El Mejoramiento De La Calidad Del Agua De Consumo Para La Vereda San Isidro. Ingeniero Químico. Bucaramanga.: Universidad Industrial De Santander. 2011. 21-22p.

IRCA mensual:

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\sum \text{de los IRCAs obtenidos en cada muestra realizada en el mes}}{\text{Numero total de muestras realizadas en el mes}}$$

Tabla 4. Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA por muestra y el IRCA mensual y acciones que deben adelantarse

Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	IRCA por muestra (Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)	IRCA mensual (Acciones)
80.1 -100	INVIABLE SANITARIAMENTE	Informar a la persona prestadora, al COVE, alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acueducto a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.
35.1 – 80	ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE, alcalde, Gobernador y a la SSPD.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acueducto a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores respectivos.
14.1 – 35	MEDIO	Informar a la persona prestadora, COVE, alcalde y Gobernador.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora.
5.1 – 14	BAJO	Informar a la persona prestadora y al COVE.	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento
0 – 5	SIN RIESGO	Continuar el control y la vigilancia.	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia

Fuente: Resolución 2115 de 2007

7.6 Índice de calidad del agua (ICA)

es el valor numérico que califica en una de cinco categorías, la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de cinco o seis variables, registradas en una estación de monitoreo j en el tiempo t.

Los valores calculados del indicador se comparan con los establecidos en la tabla 5 de interpretación permitiéndose clasificar la calidad del agua de forma descriptiva en una de cinco categorías que a su vez se asocian a un determinado color³⁸. (Tabla 5.)

Tabla 5. *Calificación de la calidad del agua según los valores del ICA*

Categoría de valor	Calificación de la calidad del agua	Señal de alerta
0,00-0,25	Muy mala	Rojo
0,26-0,50	Mala	Naranja
0,51-0,70	Regular	Amarillo
0,71-0,90	Aceptable	Verde
0,91-1,00	Buena	Azul

Fuente: (IDEAM, 2011).

En las tablas 6 y 7 se resumen las variables que están involucradas en el cálculo del indicador para los casos en los que se emplea 5 o 6 variables, la unidad de medida en la que se registra cada uno de ellos y la ponderación que tienen dentro de la fórmula de cálculo.

Tabla 6. *Variables y ponderaciones para el caso de 5 variables*

Variable	Expresada como	Ponderación
Oxígeno disuelto	% Saturación	0,2
Sólidos suspendidos totales	mg/l	0,2

³⁸ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Hoja metodológica del indicador Índice de calidad del agua (Versión 1,00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia - Indicadores de Calidad del agua superficial. 10 p.

Demanda química de oxígeno	mg/l	0,2
Conductividad eléctrica	μS/cm	0,2
Ph	Unidades de pH	0,2
*Relación nitrógeno total/fósforo total (El nitrógeno total será la sumatoria de los valores del nitrógeno, nitratos y nitritos)		

Fuente: (IDEAM, 2011).

Tabla 7. Variables y ponderaciones para el caso de 6 variables

Variable	Expresada como	Ponderación
Oxígeno disuelto	% Saturación	0,17
Sólidos suspendidos totales	mg/l	0,17
Demanda química de oxígeno	mg/l	0,2
Conductividad eléctrica	μS/cm	
NT/PT		0,17
		0,17
Ph	Unidades de pH	0,17
*Relación nitrógeno total/fósforo total (El nitrógeno total será la sumatoria de los valores del nitrógeno, nitratos y nitritos)		

Fuente: (IDEAM, 2011).

7.7 Parámetros fisicoquímicos

Temperatura: es la cantidad de energía calórica que absorbe un cuerpo de agua el cual juega un papel muy importante en los procesos biológicos³⁹.

pH: Potencial de iones (Hidrogeniones H⁺) el cual indica la concentración de iones en el agua. Esta concentración debe estar expresada en moles/L. El pH se puede definir como:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Hay varias modificaciones del pH como en los cuerpos de agua, donde hay aguas lluvias, donde la concentración de hidrogeniones es de condición acida lo cual hace de que altere el pH de las corrientes superficiales⁴⁰.

Turbiedad: se define como propiedad óptica que tiene una muestra de agua de absorber o reflejar un haz de luz, imposibilitando su paso directamente. Esta es causada por partículas en suspensión (arcilla, materia orgánica e inorgánica, minerales, plantas y otros microorganismos) productos de la erosión causada por las corrientes de agua.⁴¹

Conductividad: es la medida de la capacidad para transportar corriente eléctrica esta depende de la estructura atómica y molecular del material. La conductividad varía con el tipo y cantidad de iones que contenga.⁴²

Dureza total: se define como la suma de las concentraciones de los iones de calcio y magnesio en una muestra de agua expresadas como mg/l de CaCO₃⁴³

³⁹ CAMARGO, Alberto. Evaluación Ambiental De La Quebrada De La Honda Del Municipio Del Socorro Mediante Los Índices Bmwp Y Qbr. [EN LINEA]. 2004. [Citado en 08 de mayo de 2017]. Disponible en internet: <<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7026/2/112287.pdf>

⁴⁰ Ibid., p. 23

⁴¹ PEREZ, Jhean. Caracterización De La Calidad Del Agua En La Planta De Tratamiento De Agua Potable Y En La Red De Distribución De La Ciudad De Yopal. Ingeniero Químico. Bucaramanga.: Universidad Industrial De Santander. 2010. 18-19p.

⁴² Ibid., p. 19

Alcalinidad total: es la capacidad de agua de neutralizar los ácidos. Esto se debe a las sales de ácidos débiles como carbonatos, boratos, silicatos y fosfatos y algunos ácidos orgánicos que son muy resistentes a la oxidación biológica y estos llegan a transformar sales que contribuyen a la alcalinidad total.⁴⁴

DQO: se define como “la cantidad de oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en el agua sin la intervención de los organismos vivos. Efectúa la determinación del contenido total de materia orgánica oxidable, sea biodegradable o no.”⁴⁵

DBO₅: es la cantidad de oxígeno necesario para descomponer la materia orgánica por acción bioquímica anaerobia la cual se expresa en mg/L. esta demanda es ejercida por sustancias carbonadas, nitrogenadas y ciertos compuestos químicos reductores.⁴⁶

7.8 Características microbiológicas

Las aguas tienen gran variedad de elementos biológicos, desde microorganismos hasta peces. El principio de los microorganismos puede ser natural, o proceder de contaminación por vertimientos industriales o por arrastre de los existentes en el suelo por acción de la lluvia. La cantidad de microorganismos van acompañados de las características físicas y químicas del agua, ya que cuando el agua tiene temperaturas templadas y materia orgánica disponible, la población crece y se diversifica. Por esta razón es importante tener un control de vigilancia ya que estos microorganismos pueden perjudicar la salud del ser humano.

Las características microbiológicas del agua para consumo humano deben enmarcarse dentro de los siguientes valores máximos aceptables desde el punto

⁴³ Ibid., p. 22

⁴⁴ Ibid., p. 21

⁴⁵ BARRENECHEA, Ada. Aspectos Físicoquímicos De La Calidad Del Agua. [EN LINEA]. [Citado en 29 de mayo de 2017]. Disponible en internet: <<http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf>>

⁴⁶ Ibid., p. 36

de vista microbiológico, los cuales son establecidos teniendo en cuenta los límites de confianza del 95% y para técnicas con habilidad de detección desde 1 Unidad Formadora de Colonia (UFC) ó 1 microorganismo en 100 cm³ de muestra que lo establece la resolución 2115 del 2007 en la siguiente tabla.

Tabla 8. Características microbiológicas

Técnicas utilizadas	Coliformes Totales	<i>Escherichia coli</i>
Filtración por membrana	UFC/100 cm ³	UFC/100 cm ³
Enzima Sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm ³	< de 1 microorganismo en 100 cm ³
Sustrato Definido	0 microorganismo en 100 cm ³	0 microorganismo en 100 cm ³
Presencia – Ausencia	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³

Fuente: Resolución 2115 del 2007

Coliformes totales: se definen como " Bacterias Gram negativas, no esporo formadoras, oxidasa negativa, con capacidad de crecimiento aeróbico y facultativamente anaeróbico en presencia de sales biliares, que a temperatura especificada de 35°C +/- 2°C causan fermentación de lactosa con producción de gas. Poseen la enzima B-galactosidasa"⁴⁷

Echerichia Coli: se define como "Bacilo Gram negativo, capaz de desarrollarse en presencia de sales biliares u otros agentes (tensoactivos) que tengan propiedades

⁴⁷ NAVARRO, María. Determinación De Echerichia Coli Y Coliformes Totales En Agua Por El Método De Filtración Por Membrana En Agar Chromocult. [EN LINEA]. Subdirección De Hidrología – Grupo Laboratorio De Calidad Ambiental. 2007. [Citado en 29 de mayo de 2017]. Disponible en internet:

<<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en+Agua+Filtraci%C3%B3n+por+Membrana.pdf/5414795c-370e-48ef-9818-ec54a0f01174>>

similares e inhibitorias del crecimiento y que son capaces de fermentar la lactosa a temperaturas de 35°C +/- 2°C, con producción de ácido, gas y aldehído en un lapso de 18 a 48 horas. Oxidasa negativa, no esporógena y reduce el nitrato a nitrito. También es capaz de producir indol a partir de triptófano a una temperatura de 44°C +/- 05 en un tiempo de 21 +/- 3 horas. Poseen la enzima B-glucoronidasa, la cual es detectada por medios cromógenos o fluorógenos."⁴⁸

7.9 Estrategia ambiental

En los estudios que tengan una fase de diagnóstico es importante implementar estrategias que se rijan por el camino de la problemática abordada. Una estrategia de conservación puede ser usada para darle prioridad a una región o un sitio, así como la manera más efectiva de poder implementar actividades clave que se traduzcan en soluciones reales a las muy complejas y dinámicas problemáticas que intervienen en la relación entre desarrollo y conservación. Para lograr la implementación e instrumentación efectivas de las diversas acciones de una estrategia es fundamental realizar un detallado análisis de actores implicados⁴⁹

Dicha problemática de la relación (desarrollo – conservación) es actualmente un tema crítico en el aprovechamiento de fuentes hídricas para consumo humano, debido a que hay un desequilibrio en esta relación, porque hay fenómenos que lo afectan. Por tal razón las estrategias son óptimas para un buen manejo de los recursos naturales en el entorno donde se encuentran.

⁴⁸ Ibid., p. 3

⁴⁹ MARCH, Ignacio. & CARVAJAL, María De Los Ángeles, *et al.* Planificación Y Desarrollo De Estrategias Para La Conservación De La Biodiversidad. [EN LINEA]. 2009. [Citado en 14 de noviembre de 2017]. Disponible en internet: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II13_Planificacion%20y%20desarrollo%20de%20estrategias%20para%20la%20con.pdf>

8. MARCO LEGAL

Decreto 2811 de 1974.

Por el cual se expide el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente.

Decreto 1594 de 1984.

Usos del agua y residuos líquidos.

Decreto 1575 del 2007.

Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano. Artículo 1 tiene como objetivo establecer el sistema para la protección y control de la calidad del agua. Artículo 2 definiciones. Artículo 12 Define el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano, IRCA.

Decreto 3930 de 2010.

Establece las disposiciones sobre los usos del recurso hídrico así mismo que su ordenamiento y vertimientos.

Decreto 1541 1978.

Por el cual se reglamente las aguas no marítimas donde se establezcan normas para su aprovechamiento con el fin de que el ser humano se desarrolle bien.

Decreto 953 del 17 de mayo de 2013.

Referente a la conservación y recuperación de las áreas de importancia estratégica que surten de agua los acueductos municipales, distritales y regionales que beneficia a la población.

Decreto número 4728 de 2010.

Por el cual se modifica parcialmente el decreto 3930 de 2010.

Resolución 631 de 2015.

Por el cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

Resolución 1096 del 2000.

Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Contiene lineamientos para definir los niveles de tratamiento de agua para consumo humano.

Resolución 2115 del 2007.

De los ministerios de la protección social y de ambiente, vivienda y desarrollo territorial por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos, frecuencia del sistema de control vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. En el artículo 13- 15, se presenta la clasificación del nivel de riesgo y se establece los rangos del IRCA y del nivel del riesgo correspondiente.

Constitución Política de Colombia – capítulo III

De los derechos colectivos y del medio ambiente, artículo 7980 establece como obligación del estado, proteger la diversidad e integridad del ambiente; fomentar la educación ambiental; prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental; imponer sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

9. METODOLOGIA

Tipo de investigación

La metodología se ejecutó a partir de la investigación tipo analítica, ya que, para poder comprobar la hipótesis, debemos de analizar el problema planteado descomponiendo cada uno de sus elementos que interceden para tener claridad del objeto de estudio.

El estudio se realizó en las tres fases siguientes:

9.1 FASE I. EVALUACIÓN DE IMPACTOS.

9.1.1 Revisión y análisis bibliográfico.

Para la etapa inicial fue necesaria la conceptualización de la problemática mediante bases de consultas y revisiones bibliográficas, asesorías y acompañamiento de profesionales como biólogos y ecólogos. Por otra parte, se recogió información brindada por la empresa de servicios públicos (EMPOGUZMAN)

9.1.2 Reconocimiento y recolección de información actual de la quebrada La Chorrera.

Se realizaron varias visitas al lugar, para reconocer el área de estudio, se identificó las diferentes actividades que se están ejerciendo en la quebrada por medio de la observación directa y del riguroso análisis del contexto natural que rodea a la quebrada a través de una lista de chequeo que se registra en los anexos, luego se definió las estaciones a muestrear. Se recolecto información primaria a través de entrevistas semi estructuradas a las dos familias que habitan cerca del lugar de estudio. Además, se realizó un levantamiento de información secundaria como las características medio ambientales del entorno de la quebrada.

9.1.3 Matriz de identificación, calificación y priorización de impactos ambientales.

La identificación de los problemas ambientales existentes en la zona de estudio se realizó mediante observaciones directas en el campo, analizando las diferentes formas de uso y manejo que se le da a los recursos naturales, donde se identificaron actividades que causan daño al ambiente. Para llevar a cabo esta evaluación se tuvo en cuenta aspectos, parámetros y rango de jerarquización que se encuentran en la tabla 9, 10 y 11, que hacen parte de la matriz de impactos.

Tabla 9. Aspectos

Proceso
Actividad
Aspecto ambiental
Impacto ambiental
Observaciones
Legislación ambiental asociada
Cumple con la legislación

Fuente: Autores 2018

Tabla 10 Parámetros de calificación de importancia

NATURALEZA	+	-			
Extensión	Puntual 1	Parcial 2	Extenso 4	Total 8	
Persistencia	Fugaz 1	Temporal 2	Permanente 4		
Sinergia	Sin sinergismo 1	Sinérgico 2	Muy sinérgico 4		
Efecto	Indirecto 1	Directo 4			
Recuperabilidad	inmediata 1	Recuperable a medio plazo 2	Mitigable 4	Irrecuperable 8	

Intensidad	Baja 1	Media 2	Alta 4	Muy alta 8	Total 12
Momento	Largo plazo 1	Medio plazo 2	Inmediato 4		
Reversibilidad	Corto plazo 1	Medio plazo 2	Irreversible 4		
Acumulación	Simple 1	Acumulativo 4			
Periodicidad	Irregular y discontinuo 1	Periódico 2			

Fuente: Autores 2018

Tabla 11. Rango de jerarquización de la importancia del efecto

Rango de importancia	Clase de efecto	color
$0 \leq 25$	Compatible	Verde
$26 \leq 50$	Moderado	Amarillo
$51 \leq 75$	Crítico	Rojo
$76 \leq 100$	Severo	Naranja

Fuente: Autores 2018

Actividades encontradas:

- ✓ Tala de arboles
- ✓ Intervención por camino
- ✓ Implementación de agroquímicos
- ✓ Ampliación de frontera agrícola
- ✓ Mantenimiento y limpieza de la bocatoma

Una vez recogida esta información se la integro a la matriz de identificación y priorización de impactos ambientales que se encuentra en la matriz número 4 que es analizada más adelante y se procedió hacer la respectiva evaluación.

9.2 FASE 2. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DEL IRCA E ICA.

9.2.1 Aplicación del índice de riesgo de la calidad del agua (IRCA)

Una vez analizada la revisión bibliográfica y la salida de campo a la quebrada, se inició con la aplicación del IRCA bajo la resolución 2115 del 2007 e ICA Con el fin de determinar los factores que intervinieron en la contaminación de la quebrada.

9.2.1.1 Diseño de muestreo

El muestreo Hidrobiológico se llevó a cabo en la parte alta, 60 metros aguas arriba, en la bocatoma y en el tanque de almacenamiento que se pueden observar en las fotos 1, 2 y 3. Donde se realizó un muestreo mensual ya que según la resolución 2115 del 2007 dice que menores o igual a una población 2500 habitantes por municipio como mínimo debe tener una frecuencia de una muestra mensual. Se tomaron muestras durante los meses de marzo, abril y mayo en las tres estaciones nombradas anteriormente, que se tomaron en una baja y alta pluviosidad que se presentó en los meses mencionados. Se recogió información secundaria de un muestreo adicional durante los mismos meses que realizó la empresa junto con la secretaria de salud departamental, estos puntos se llevaron a cabo en las casas de habitación que pertenecen a los siguientes barrios: Los Prados y los 70.

Foto 8. *Aguas Arriba* **Foto 9.** *Bocatoma* **Foto 10.** *Tanque. de almacenamiento*



Fuente: Autores 2018

9.2.1.2 Medición de parámetros in situ y ex situ

Para la medición de parámetros físico químicos que se determinaron *in situ* son: turbidez (Turbidímetro Hach), nitritos y nitratos (método colorimétrico mediante el uso del Aquamerk); temperatura ambiental, conductividad, pH, sólidos disueltos totales (SDT) y oxígeno disuelto (estos últimos se midieron con la sonda Multiparamétrica marca YSI, que se sumergió directamente en la mitad de la sección transversal, a una profundidad entre 20 y 30 cm de la superficie, en una zona de poca turbulencia y se procede a la lectura.

Foto 11. Sonda Multiparamétrica **Foto 12. Akummer** **Foto 13. Turbidímetro**



Fuente: Autores 2018

Para la medición de parámetros físico-químicos en el tanque de almacenamiento el proceso nombrado anteriormente no fue posible, sin embargo, se procedió a purgar el muestreador, el cual se tomó una muestra, que se transfirió a un balde plástico como se puede ver en (foto 15) evitando la agitación e inmediatamente se procedió coleccionar y etiquetar los recipientes con las muestras que se evaluaron *ex situ*, estos son: demanda bioquímica de oxígeno (DBO), color, dureza, que fueron analizados en el laboratorio del acueducto de la ciudad de Popayán.

Foto 14. *Purga del muestreador*



Foto 15. *Toma de muestra en recipiente de plástico*



Fuente: Autores 2018

9.2.1.3 Purga y desinfección de recipientes

Para la toma de muestras se purgo los recipientes de plástico con capacidad de un litro, este se lavó con agua o detergente neutro para quitar la grasa y el polvo, se enjuago con agua destilada para eliminar el tesio activo usado. Luego se dejó secar, y por consiguiente se taparon y rotularon con sus respectivas etiquetas⁵⁰.

⁵⁰ GONZALES, Juan. y OLIVERO, Edith. Manual De Instrucciones Para La Toma, Preservación Y Transporte De Muestras De Agua De Consumo Humano Para Análisis De Laboratorio. [EN LINEA]. 2011. [Citado en 01 de noviembre de 2017]. Disponible en internet: <https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj0q8zjxp7XAhUFYiYKHZgcBd8QFgguMAI&url=https%3A%2F%2Fformularios.dane.gov.co%2FAnda_4_1%2Findex.php%2Fcatalog%2F285%2Fdownload%2F4199&usg=AOvVaw1EPMM_wqUmwMsYxzgEgcc6>

Foto 16. *Rotulación de recipientes*



Foto 17. *Purga de recipientes*



Fuente: Autores 2018

9.2.1.4 Toma y preservación de muestras

Para la toma de la muestra se tomó un recipiente de plástico, se invirtió boca abajo sumergiéndolo 30 cm con precaución para que la muestra no se contamine. Luego se recogió las muestras donde se rotularon (Anexo1), con sus respectivos datos: fecha, hora, lugar de recolección y punto de muestreo. Posteriormente se procedió a llevar las muestras a la nevera de icopor con bastante hielo con el fin de preservarlas (Decreto 1594 de 1984 y la resolución 2115 de 2007), siendo trasladadas desde el municipio de Puerto Guzmán hasta la ciudad de Popayán donde los parámetros fueron analizados por el laboratorio del acueducto de Popayán.

Foto 18. Toma de muestra



Foto 19. Preservación de muestras



Fuente: Autores 2018

9.2.1.5 Parámetros físico-químicos muestreados

A continuación, se muestra en la tabla 12 los parámetros físicos y químicos que se tendrán en cuenta en las diferentes estaciones.

Tabla 12. Parámetros físico-químicos según resolución 2115 de 2007.

Parámetros	Valor Permisible	Unidades
pH	6.5-9	Unidades pH
Temperatura		°C
Conductividad	2	µS/cm
Color	15	UPC
Olor y sabor	Aceptable	
Oxígeno Disuelto	1	mg/L
Sólidos suspendidos totales	5	mg/L
Nitritos	0,02	mg/L
Nitratos	0,1	mg/L
Dureza	2	mg/L
Turbidez	2	UNT

Fuente: Resolución 2115 del 2007

9.2.1.6 Muestreo microbiológico

Para la recolección de muestras para el análisis microbiológico se tomó en los tres puntos mencionados anteriormente donde se utilizó un frasco esterilizado de 100 ml, que es el volumen suficiente para determinar y verificar las pruebas microbiológicas de coliformes totales y fecales⁵¹, se invirtió el frasco boca abajo y fue sumergido a 30 cm con precaución para que la muestra no se contamine. Posteriormente se introdujo las muestras a la nevera de icopor con una temperatura de 4 °C permitiendo que las muestras se conserven, se tuvo en cuenta que el tiempo de refrigeración no excedió las 24 horas, luego las muestras fueron trasladadas desde el municipio de Puerto Guzmán hasta la ciudad de Popayán donde las muestras fueron analizadas por el laboratorio del acueducto y alcantarillado de Popayán.

Tabla 13. *Parámetros Microbiológicos muestreados*

Parámetro	Valor Permisible	Unidades
Coliformes Totales	0	UFC/100ml
<i>E. Coli</i>	0	UFC/100ml

Fuente: Resolución 2115 del 2007

9.2.2 Diseño de muestro ICA (Índice de la Calidad del Agua)

Los muestreos hidrobiológicos para el ICA se llevaron a cabo en la corriente principal de la quebrada la chorrera. Se realizaron dos puntos de muestreo, el primero a 60 metros aguas arriba, el segundo en la bocatoma.

⁵¹ Arias, Arnold. Guía de microbiología del agua, programa de ingeniería ambiental y sanitaria, Popayán.

9.2.2.1 Medición de parámetros físico químicos que se determinarán in situ son: pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales (SST), los cuales se tomaron con la sonda Multiparametrica marca SYI y para aquellos que se tomaron *ex situ* son: demanda química de oxígeno (DQO).⁵² Para este parámetro se recolecto la respectiva muestra de agua en recipiente esterilizado, el cual se invirtió el frasco boca abajo sumergiéndolo 30 cm con precaución para que la muestra no se contamine.

Luego se recogió la muestra para rotularla (Anexo2), con sus respectivos datos: fecha, hora, lugar de recolección y punto de muestreo.

Posteriormente se procedió a llevar las muestras a la nevera de icopor con bastante hielo con el fin de preservarlas (Decreto 1594 de 1984 y la resolución 2115 de 2007), siendo trasladadas desde el municipio de Puerto Guzmán hasta la ciudad de Popayán para ser analizadas por el laboratorio de esta ciudad.

9.2.2.2 Parámetros Físicos y químicos

A continuación, se muestra en la tabla 14 los parámetros que se tuvieron en cuenta en el muestreo.

Tabla 14. *Parámetros fisicoquímicos ICA*

Parámetros	Expresada como
Oxígeno disuelto	% Saturación
Sólidos suspendidos totales	mg/l
Demanda química de oxígeno	mg/l
NT/PT*	Adimensional
Conductividad eléctrica	μS/cm

⁵² Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales - Ideam. Índice De Calidad Del Agua En Corrientes Superficiales (ICA). [EN LINEA]. 2011. [Citado en 02 de octubre de 2017]. Disponible en internet: <http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/36-3.21_HM_Indice_calidad_agua_3_FI.pdf/9d28de9c-8b53-470e-82ab-daca2d0b0031>

pH	Unidades de pH
*Relación nitrógeno total/fósforo total (El nitrógeno total será la sumatoria de los valores del nitrógeno, nitratos y nitritos)	

Fuente: *Guía metodológica del IDEAM*

9.2.2.3 Muestra Microbiológico

Para la recolección de muestras para el análisis microbiológico se tomó en los dos puntos mencionados anteriormente donde se utilizó un frasco esterilizado de 100 ml, que es el volumen suficiente para determinar y verificar las pruebas microbiológicas, luego se procedió a sumergir el recipiente en el agua donde se destapo el frasco y se recogió la muestra en sentido contrario de la corriente, luego se tapó inmediatamente dentro del agua y posteriormente se procedió a rotular.

Tabla 15. *Parámetros microbiológicos ICA*

Parámetro	Expresada como
Coliformes fecales	NMP/100

Fuente: *Guía Metodológica del IDEAM*

Para determinar ICA en una fuente de agua, se realizaron los análisis fisicoquímicos y microbiológicos que constan de siete variables que se encuentran distribuidos en la tabla 10 y 11 de acuerdo a los resultados, se calculó ICA mediante las siguientes ecuaciones:

La fórmula de cálculo del indicador es:

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n W_i \cdot I_{ikjt} \right)$$

Donde:

ICA_{njt} Es el Índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua j en el tiempo t, evaluado con base en n variables.

W_i Es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad i.

I_{ikjt} Es el valor calculado de la variable i (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente), en la estación de monitoreo j, registrado durante la medición realizada en el trimestre k, del período de tiempo t.

n Es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; n es igual a 5, 6 o 7 dependiendo de la medición del ICA que se seleccione.

Se recomienda que la tabla de datos del indicador incluya el valor mínimo del ICA registrado en el periodo de tiempo t y, además, el ICA promedio de ese periodo, que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ICA_{promedio_{njt}} = \frac{\sum_{k=1}^m \left(\sum_{i=1}^n W_i \cdot I_{ikjt} \right)}{m}$$

Donde:

m Es el número de muestreos en los cuales se midieron las variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador. $1 \leq m \leq 4$ si el periodo es anual.

Para cada una de las variables se construye una “relación funcional” o “curva funcional” (ecuación) en la que los niveles de calidad de 0 a 1 se representan en las ordenadas de cada gráfico, mientras que los distintos niveles (o intensidades) de cada variable se disponen en las abscisas, trazando en cada gráfico una curva que represente la variación de la calidad del agua respecto a la magnitud de cada contaminante.

Las curvas funcionales adoptadas son las propuestas por Ramírez y Viña para oxígeno disuelto (OD), sólidos suspendidos totales (SST), y conductividad eléctrica (CE), la propuesta por Universitat Politècnica de Catalunya (2006) para demanda

química de oxígeno (DQO), la propuesta por el laboratorio del Departamento de Calidad Ambiental de Oregón (Estados Unidos) para pH y la propuesta por Rueda (2008) para la relación N/P

9.2.2.4 Cálculo del valor de cada variable.

El procedimiento general consiste en ingresar el valor que, en una determinada medición haya registrado la variable de calidad i , en la curva funcional correspondiente y estimar el valor I_{ikjt} .⁵³

Cada curva indica en la ordenada la calidad del agua en una escala de 0 a 1; en la abscisa se definen varios niveles de la variable en particular. Cuando se toman como referencia las curvas desarrolladas por Ramírez y Vina respecto al concepto de contaminación, para traducirlo a términos de calidad el subíndice se toma como la diferencia entre uno (1) y el índice de contaminación respectivo de la magnitud de la variable. A continuación, se muestran las ecuaciones de referencia.

1. Oxígeno disuelto (OD): Esta variable tiene el papel biológico fundamental de definir la presencia o ausencia potencial de especies acuáticas. Inicialmente se calcula el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto PS_{OD} :

$$PS_{OD} = \frac{Ox \cdot 100}{C_p}$$

Donde:

Ox: Es el oxígeno disuelto medido en campo (mg/l) asociado a la elevación, caudal y capacidad de reoxigenación.

⁵³ Ibid., P.3

C_p : Es la concentración de equilibrio de oxígeno (mg/l), a la presión no estándar, es decir, oxígeno de saturación.

Nota: Los cálculos para el porcentaje de saturación de oxígeno están incluidos en el subsistema de información denominado Módulo Fisicoquímico Ambiental – MFQA, y se puede consultar como cálculo de déficit de oxígeno disuelto para cada muestra a partir de su identificador, que es un código numérico asignado por el Sistema. Luego se importa a la base de datos que contiene la consulta de las demás variables para poder calcular el índice consolidado. Una vez calculado el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, el valor I_{OD} se calcula con la fórmula⁵⁴

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0,01 \cdot PS_{OD})$$

Cuando el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto es mayor al 100%:

$$I_{OD} = 1 - (0,01 \cdot PS_{OD} - 1)$$

2. Sólidos suspendidos totales (SST): La presencia de sólidos en suspensión en los cuerpos de agua indica cambio en el estado de las condiciones hidrológicas de la corriente. Dicha presencia puede estar relacionada con procesos erosivos, vertimientos industriales, extracción de materiales y disposición de escombros. Tiene una relación directa con la turbiedad. El subíndice de calidad para sólidos suspendidos se calcula como sigue:

$$I_{SST} = 1 - (-0,02 + 0,003 \cdot SST)$$

⁵⁴ Ibid., P. 4

si $SST \leq 4,5$, entonces $I_{SST} = 1$

si $SST \geq 320$, entonces $I_{SST} = 0$

3. Demanda química de oxígeno (DQO):

Refleja la presencia de sustancias químicas susceptibles de ser oxidadas a condiciones fuertemente ácidas y alta temperatura, como la materia orgánica, ya sea biodegradable o no, y la materia inorgánica. Mediante adaptación de la propuesta de la Universidad Politécnica de Catalunya se calcula con la fórmula⁵⁵

si $DQO \leq 20$, entonces $I_{DQO} = 0,91$

si $20 < DQO \leq 25$, entonces $I_{DQO} = 0,71$

si $25 < DQO \leq 40$, entonces $I_{DQO} = 0,51$

si $40 < DQO \leq 80$, entonces $I_{DQO} = 0,26$

si $DQO > 80$, entonces $I_{DQO} = 0,125$

4. Conductividad eléctrica (C.E.): Está íntimamente relacionada con la suma de cationes y aniones determinada y forma química, refleja la mineralización. Se calcula como sigue:

$$I_{C.E.} = 1 - 10^{(-3,26 + 1,34 \text{Log}_{10} C.E.)}$$

Cuando $I_{C.E.} < 0$, entonces $I_{C.E.} = 0$

5. pH: Mide la acidez, valores extremos pueden afectar la flora y fauna acuáticas.

⁵⁵ Ibid., P. 5

Si $pH < 4$, entonces $I_{pH} = 0,1$

Si $4 \leq pH \leq 7$, entonces $I_{pH} = 0,02628419 \cdot e^{(pH-0,520025)}$

Si $7 < pH \leq 8$, entonces $I_{pH} = 1$

Si $8 < pH \leq 11$, entonces $I_{pH} = 1 \cdot e^{[(pH-8)-0,5187742]}$

Si $pH > 11$, entonces $I_{pH} = 0,1$

6. Nitrógeno total/Fósforo total (NT/PT): Mide la degradación por intervención antrópica, es una forma de aplicar el concepto de saprobiedad empleado para cuerpos de agua lenticos (ciénagas, lagos, etc.) como la posibilidad de la fuente de asimilar carga orgánica; es una relación que indica el balance de nutrientes para la productividad acuícola de las zonas inundables en los ríos neotropicales (desde el norte de Argentina hasta el centro de Méjico). La fórmula para calcular el subíndice de calidad para NT/PT es⁵⁶

Si $15 \leq NT/PT \leq 20$, entonces $I_{NT/PT} = 0,8$

Si $10 < NT/PT < 15$, entonces $I_{NT/PT} = 0,6$

Si $5 < NT/PT \leq 10$, entonces $I_{NT/PT} = 0,35$

Si $NT/PT \leq 5$, ó $NT/PT > 20$, entonces $I_{NT/PT} = 0,15$

9.2.3 Análisis Estadístico

Para las variables fisicoquímicas y microbiológicas se ejecutó un análisis de los componentes de la varianza y el test de correlaciones de Pearson para el factor de mayor influencia sobre las variables medidas. Además, con el test de correlaciones se determinó la correlación entre las variables. Todos los análisis estadísticos fueron elaborados mediante el programa Statgraphics 5.0.

⁵⁶ Ibid., P.6

9.3 FASE 3. DEFINIR ESTRATEGIAS QUE CONTRIBUYA AL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Con base a los resultados de la evaluación de impactos y determinación de la calidad del agua se tomó las siguientes matrices, para luego definir estrategias.

9.3.1 Matriz DOFA

La matriz DOFA, es una herramienta administrativa esencial para la planeación de estrategias, su aplicación logro estudiar los factores internos y externos que afectaron de forma positiva o negativa⁵⁷.

Para cada factor de análisis se realizó un ejercicio de agrupación de características relacionadas donde se desarrollaron debilidades, amenazas, fortalezas, oportunidades generales y sintéticas. La matriz DOFA sintética se desarrolló con el fin de brindar una perspectiva amplia del análisis situacional de la quebrada La Chorrera a partir de la recopilación y clasificación por factores de cada una de las variables resultantes.

Matriz 1. DOFA

	Análisis DOFA	
	Aspectos positivos	Aspectos negativos
Origen interno	Fortalezas	Debilidades
Origen externo	Oportunidades	Amenazas

Fuente: *Guía Metodológica Para El Diseño E Implementación De Estrategias De Mercadeo Innovadoras.*

⁵⁷ FERRELL O.C y MICHAEL D. HARTLINE, Guía Metodológica Para El Diseño E Implementación De Estrategias De Mercadeo Innovadoras. [EN LINEA]. 28. agosto de 2017]. Disponible en internet: <<https://www.ptp.com.co/documentos/1.3.%20GU%C3%8DA%20METODOL%C3%93GICA%20FINAL%202020-05-2015.pdf>>

La matriz DOFA es una herramienta administrativa esencial para la planeación de estrategias, su aplicación logro estudiar los factores internos y externos que afectan de forma positiva o negativa⁵⁸.

9.3.2 Matriz Ansoff

Con base a los resultados de la matriz Dofa se realizará la matriz Ansoff. Según la metodología (FERRELL, y HARTLINE) La matriz Ansoff es un modelo propuesto utilizado principalmente por empresas que buscan oportunidades de crecimiento⁵⁹ La cual asido modificada para aplicarla a aspectos biológicos.

Matriz 2. Ansoff

	Escenarios Actuales	Escenarios Nuevos
Existentes		
Nuevos Emergentes		

Fuente: *Guía Metodológica Para El Diseño E Implementación De Estrategias De Mercadeo Innovadoras.*

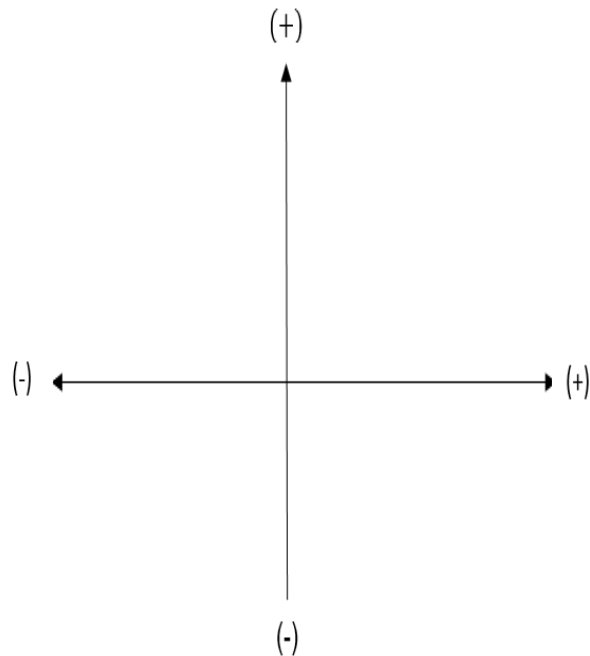
⁵⁸ Ibid., P. 8

⁵⁹ Ibid., P.10

9.3.3 Matriz Ejes de Schwartz

Para Los Ejes de Schwartz fue necesario tener los resultados de la matriz DOFA y Ansoff lo cual permitió construir escenarios y objetivos identificando un foco, las fuerzas llave y tendencias del entorno, de esta manera se logró elaborar escenarios útiles para definir esquemas de decisión posibles y de contingencia. La metodología "escenarios" de Peter Schwartz, conduce a la elección de un "escenario apuesta" que será el camino a recorrer desde el presente hacia el futuro⁶⁰

Matriz 3. Ejes Schwartz



⁶⁰ MONTOYA, Mauricio. ARANGO, Isabel. ZULUAGA, Abdul y AGUIRRE, Yenny. Aplicación De Los Ejes De Schwartz Como Metodología De Prospectiva Tecnológica Al Modelo Universitario-empresa En El Contexto Colombiano. En: Ingenierías Usbmed. Enero, 2017. Vol. 8. No. 1., p.63-69.

10. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

10.1 FASE I. EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES QUE AFECTAN EL AREA DE INFLUENCIA

Dentro de la zona de estudio se desarrollan actividades destacadas que están en relación directa con la afectación a la quebrada la Chorrera, entre ellas el aprovechamiento forestal que se da por parte de las comunidades establecidas en el lugar, con el fin de obtener la madera que generalmente es usada para construir muebles, viviendas y como biomasa para el fuego. Esta actividad es una de las más influyentes en primera instancia porque antropicamente es una costumbre que tienen los campesinos con el fin de obtener recursos económicos, al igual que para el uso doméstico, convirtiéndose así en un renglón importante para su economía. En segunda instancia trae una repercusión para el ecosistema debido a que las raíces de los arboles contribuyen a la fijación de la tierra, por lo que su ausencia genera fenómenos de erosión que pueden influir en los parámetros físico químicos del cuerpo hídrico. También la vegetación ribereña ayuda a mantener estable el micro clima de la zona de la quebrada La Chorrera, además de su capacidad de retener humedad y contribuir directamente con el caudal.

En relación con el afluente existe un camino ribereño, por donde transitan personas de la zona rural acompañadas de animales como perros y caballos los cuales pueden generar una serie de contaminación por residuos sólidos; a su vez estos individuos poseen cultivos que periódicamente necesitan de aplicación de ciertos fertilizantes, o elementos químicos para el control de plagas u enfermedades, además esto representa una ampliación de la frontera agrícola y pecuaria, haciendo presencia la ganadería y plantación de cultivos de uso ilícito. Estas acciones producen efectos negativos sobre los factores ambientales principalmente sobre la quebrada abastecedora del acueducto.

Para evaluar cada una de las actividades, se usó la matriz de evaluación de impactos la cual permitió analizar estos procesos para tener una valoración según

su influencia en la zona. Se describe en la tabla 16 los diferentes procesos y actividades que se encontraron en la zona de estudio.

Tabla 16. Descripción de procesos, actividades, aspectos ambientales e impactos ambientales

PROCESO	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
Tala de arboles	Extracción de recursos madereros con el fin de obtener subproductos	Generación de inestabilidad del terreno	Erosión
		Agotamiento de los recursos naturales	Desaparición de cuerpos de agua
		Generación de material orgánico	Incremento de sedimentos en los cursos de agua
		Generación de procesos erosivos	
Intervención por camino	tránsito de comunidad con caballos y perros	Generación de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos)	Contaminación de los cuerpos de agua
		Generación de materia fecal	Disminución de calidad del agua
Implementación de agroquímicos	Fertilizar cada uno de los cultivos encontrados	Generación de fertilizantes químicos	Contaminación del suelo
	Fumigar el cultivo con sustancias químicas. Biológicas, naturales	Generación de sustancias peligrosas como fungicidas e insecticidas	Infiltración de lixiviados
Ampliación de la frontera agrícola	Zonas destinadas a actividades de ganadería y cultivos.	Perdida cobertura vegetal nativa	Disminución o desaparición de especies nativas
		Generación de escorrentía con sedimentos	Incremento de sedimentos en los cursos de agua
Mantenimiento y limpieza	Intervención de personal del acueducto para el retiro de escombros grandes o árboles que caen sobre el cauce	Generación de turbidez del agua, por remoción de fondos arenosos	Incremento en partículas en suspensión

Fuente: Autores 2018

Tabla 17. *Importancia y clasificación de impactos*

IMPACTOS	IMPORTANCIA	CLASIFICACION
Contaminación al suelo	42	Moderado
Disminución o desaparición de especies nativas	37	Moderado
Infiltración por lixiviados	36	Moderado
Incremento de sedimentos en los cursos de agua	34	Moderado
Desaparición de los cuerpos de agua	29	Moderado
Erosión	28	Moderado
Contaminación de los cuerpos de agua	27	Moderado
Disminución de calidad del agua	25	Moderado
Incremento de sedimentos en los cursos de agua	19	Compatible
Incremento en partículas en suspensión	18	Compatible

Fuente: Autores 2018

Se puede observar la valoración de acuerdo a la importancia de los diez impactos identificados, obteniendo valores desde: 18 clasificados como compatibles, hasta el máximo de 42, moderados (ver la tabla 17). Esta clasificación, muestra una relación entre ellos, donde los componentes ambientales más relevantes son suelo y agua, por lo tanto, son éstos afectados indirectamente

Una vez relacionada la lista de actividades antrópicas observadas en el sector y analizado los diferentes componentes ambientales que se ven afectados, fueron evaluados mediante la matriz 3

Matriz 4. Identificación, calificación y priorización de impactos ambientales

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, CALIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																				
PROCESO	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	OBSERVACIONES	LEGISLACIÓN AMBIENTAL ASOCIADA	CUMPLE CON LA LEGISLACIÓN	CALIFICACIÓN													
							Naturaleza	Extensión	Persistencia	Sinergia	Efecto	Recuperabilidad	Intensidad	Momento	Reversibilidad	Acumulación	Periodicidad	IMPORTANCIA	CLASIFICACIÓN	
Tala de árboles	Extracción de recursos madereros con el fin de obtener subproductos	Generación de inestabilidad del terreno	Erosión	Reforestar con especies nativas en las zonas más afectadas.	Decreto 2811 de 1974 parte VII, capítulo II. Art 181	No	-	1	1	2	4	4	4	4	2	4	2	28	Moderado	
		Agotamiento de los recursos naturales	Desaparición de cuerpos de agua	Educación a las comunidades que habitan cerca de la zona de estudio.	Decreto 2811 de 1974	NO	-	1	1	2	4	8	1	2	4	4	2	29	Moderado	
		Generación de procesos erosivos	Incremento de sedimentos en los cursos de agua	realizar un control y recolección del material orgánico producido por la tala de árboles.	Ley 9 de 1979 TITULO II Art 57	SI	-	4	4	2	4	4	4	4	2	4	2	2	34	Moderado
		Generación de material orgánico																		
Intervención por camino	Tránsito de comunidad con caballos y perros	Generación de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos)	Contaminación de los cuerpos de agua	Establecer puntos estratégicos para disposición de basuras.	Ley 09 de 1979 TITULO I. Art 22	No	-	2	1	2	4	4	2	4	2	4	2	27	Moderado	

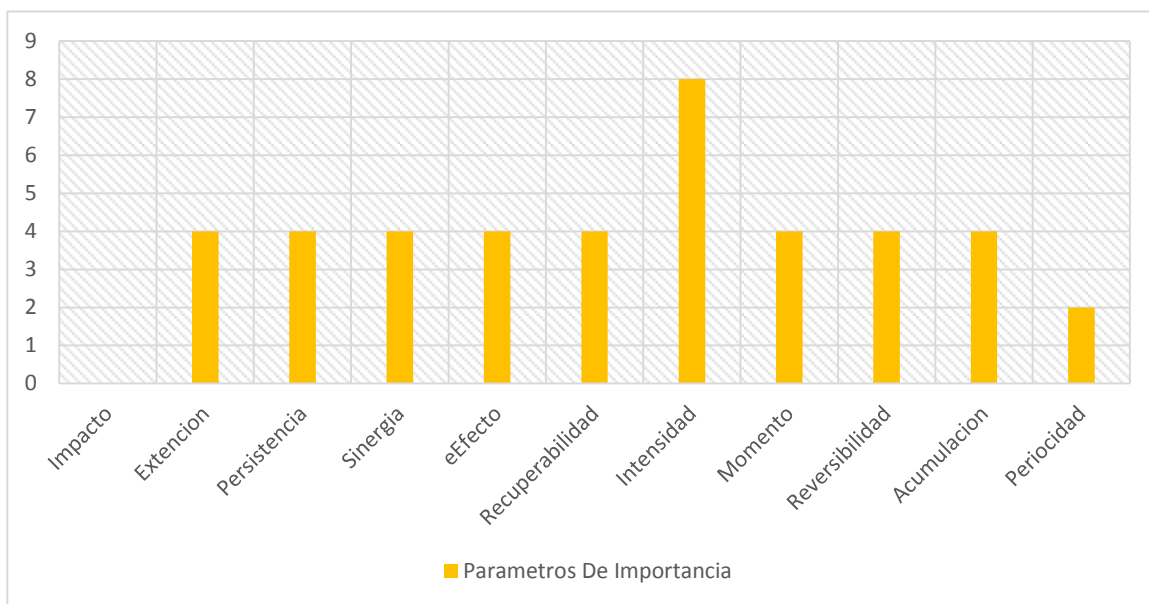
		Generación de materia fecal	Disminución de calidad del agua	Ubicar caminos de acceso lejos de la quebrada para no tener inconveniente en cuanto a residuos y calidad del agua	Ley 09 de 1979 TITULO I. Art 40	SI	-	2	1	2	4	2	2	4	2	4	2	25	Moderado
Implementación de agroquímicos	Fertilizar cada uno de los cultivos encontrados	Generación de fertilizantes químicos	Contaminación del suelo	Implementación de la legislación correspondiente que establece distancias estrictas para evitar la realización de labranzas o fertilizaciones	Decreto 2811 de 1974 parte VII, capitulo. Art 180	NO	-	4	4	4	4	4	8	4	4	4	2	42	Moderado
	Fumigar el cultivo con sustancias químicas. Biológicas, naturales	Generación de sustancias peligrosas como fungicidas e insecticidas	Infiltración de lixiviados	Implementación de la legislación correspondiente que establece distancias estrictas para evitar la realización de labranzas o fertilizaciones	Decreto 1443 de 2004	NO	-	4	4	4	4	4	4	4	2	4	2	36	Moderado
Ampliación de la frontera agrícola	Zonas destinadas a actividades de ganadería y cultivos.	Generación de perdida cobertura vegetal nativa	Disminución o desaparición de especies nativas	implementar carteles informativos sobre la importancia de los bosques de ribera, y las repercusiones que trae su alteración (multas)	Decreto 1449 1977	NO	-	4	4	2	4	4	8	2	4	4	1	37	Moderado

		Generación de escorrentía con sedimentos	Incremento de sedimentos en los cursos de agua	establecer los cultivos a las distancias que la ley lo exige	Decreto 2811. Art 137, 138 (H, A)	NO	-	2	2	2	4	2	2	1	2	1	1	19	Compatible
Mantenimiento y limpieza	Intervención de personal del acueducto para el retiro de escombros grandes o árboles que caen sobre el cauce	Generación de turbidez del agua, por remoción de fondos arenosos	Incremento en partículas en suspensión	cerrar captación del agua de la bocatoma para que el agua no ingrese a las tuberías con partículas removidas del suelo (turbia)	Resolución 2115 de 2007. Art 02	SI	+	1	1	1	4	1	2	4	1	1	2	18	Compatible

Fuente: Sistema de gestión ambiental Sena regional Cauca 2012-Modificado por Victoria Pizo, aplicada a la presente investigación.

La valoración y clasificación de los impactos entre moderados y compatibles obedeció de acuerdo a la modificación realizada en la matriz de Vicente Conesa Fernández, por lo tanto, se observa en los siguientes gráficos la valoración de los diferentes parámetros de clasificación en aquellos impactos que a consideración de los autores se denominaron más altos.

Gráfico 1 Representación gráfica del impacto contaminación Al Suelo.

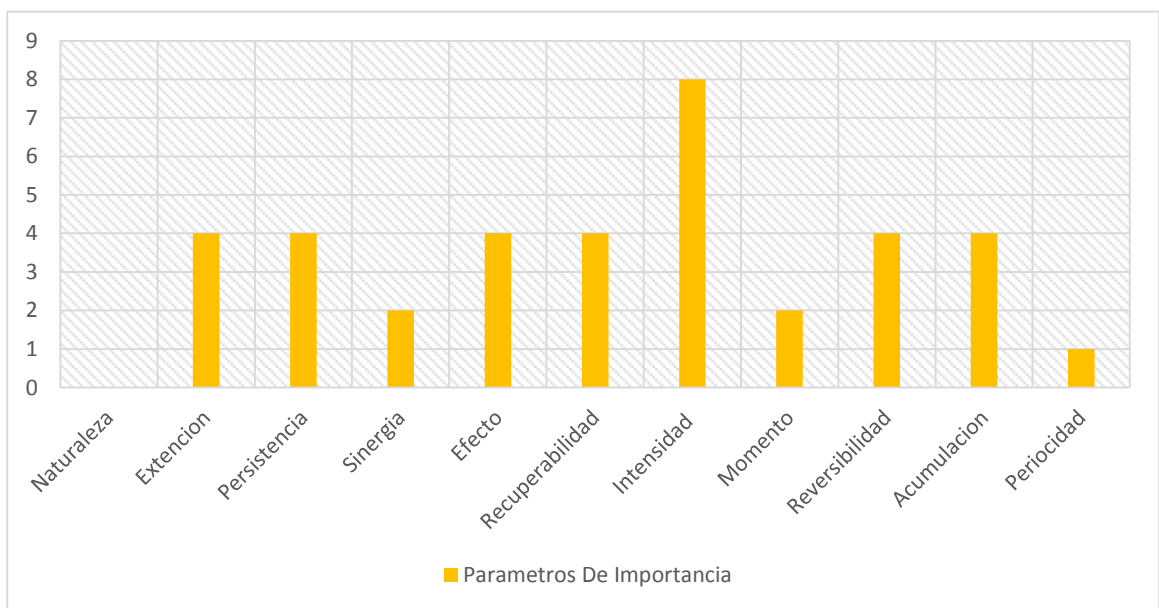


Fuente: Autores 2018

Los parámetros de importancia que se tuvieron en cuenta para la valoración del impacto de la contaminación del suelo (ver gráfico 1). Este impacto es negativo para el medio siendo realizado antrópicamente, por diferentes actividades que se ejercen en la zona de estudio, sin embargo, genera diferentes aspectos ambientales produciendo un efecto directo a la quebrada, así mismo cuenta con una intensidad bastante alta ya que varios de los aspectos ambientales se relacionan con el componente suelo, siendo uno de los más afectados aun si se puede restaurar naturalmente.

Según silva & Correa (2009) el suelo es un recurso esencial del medio ambiente donde se desarrolla la vida; es frágil y consta de una difícil y larga recuperación (desde miles a cientos de años en formarse), siendo este un recurso natural no renovable. De acuerdo con Dorronsoro (2007), este recurso se utiliza para: agricultura, ganadería, pastos y montes, extracción de minerales entre otros⁶¹

Gráfico 2. Representación gráfica del impacto disminución o desaparición de las especies nativas



Fuente: Autores 2018

La desaparición o disminución de las especies nativas (ver gráfico 2) es un efecto negativo que conlleva a la pérdida de cobertura vegetal y generación de escorrentía por sedimentos, este impacto se considera extenso ya que existen zonas destinadas a la ganadería y cultivos, asimismo causando un efecto directo

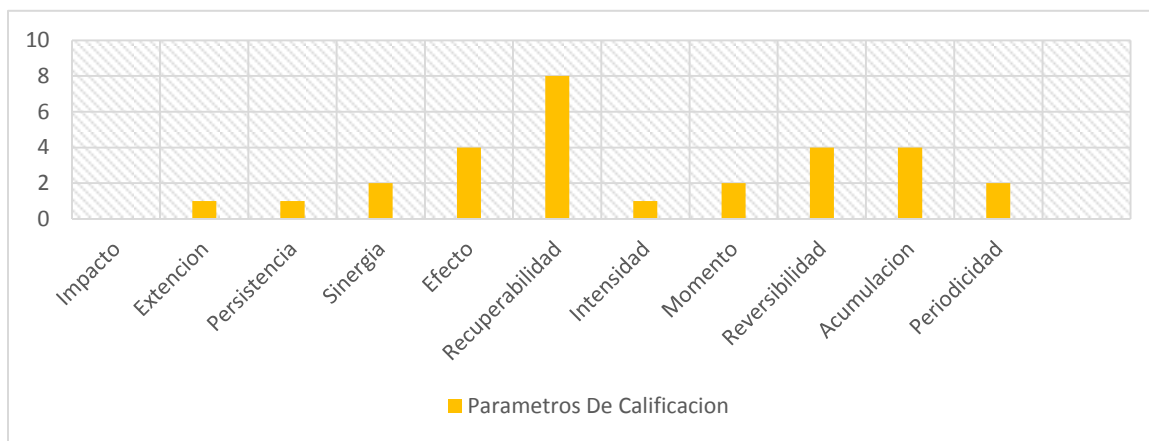
⁶¹ SILVA, Sandra. y CORREA, Francisco. Semestre Económico. En: Análisis De La Contaminación Del Suelo: Revisión De La Normativa Y Posibilidades De La Regulación Económica. Enero-junio, 2009. Vol. 12. No. 23., p.13-34.

al medio, por ello es necesario darle un tipo de manejo como; la reforestación con especies nativas de la zona con un respectivo seguimiento.

Según Román (2007)⁶² “los sistemas de producción intensiva y extensiva (agricultura y ganadería) no solo tienen efectos puntuales en la composición, estructura y diversidad del medio y suelo, alterando la dinámica hídrica, los flujos de nutrientes y la capacidad de regenerarse naturalmente un ecosistema, esto puede llevar a comunidades propias de sucesiones detenidas (sucesiones secundarias), producen compactación del suelo, lixiviación de nutrientes y pérdida de materia orgánica.”

Según Díaz-P⁶³ “Dice que el establecimiento de cultivos ilícitos da lugar a la deforestación, donde se pierden grandes cantidades de biomasa de suelo el cual no tiene vocación agrícola, los suelos tienen mayor valor si están cubiertos por aquella vegetación natural, la plantación de estos cultivos conlleva a la extinción de numerosas especies de fauna y flora”.

Gráfico 3. Representación gráfica del impacto desaparición de los cuerpos de agua



Fuente: Autores 2018

⁶² VARGAS, Orlando. Acta Biológica Colombiana. En: Restauración Ecológica: Biodiversidad Y Conservación. 2011. Vol. 16. No. 2., p.221-246.

⁶³ Ibid., P. 229

La desaparición de cuerpos de agua (ver gráfico 3). Las fuentes de agua destinados para el consumo humano son muy susceptibles a ser alterados por cada una de las actividades antrópicas que se desarrollan a su alrededor, como lo es el caso de la quebrada la Chorrera donde las actividades rurales como la tala están ligadas al afluente, impidiendo que este retome sus condiciones naturales por sí solo y haya una posible pérdida progresiva del agua, esto con la influencia también del cambio climático ya que la zona tiene historial en cuanto a la disminución de las corrientes por secamiento en épocas de verano.

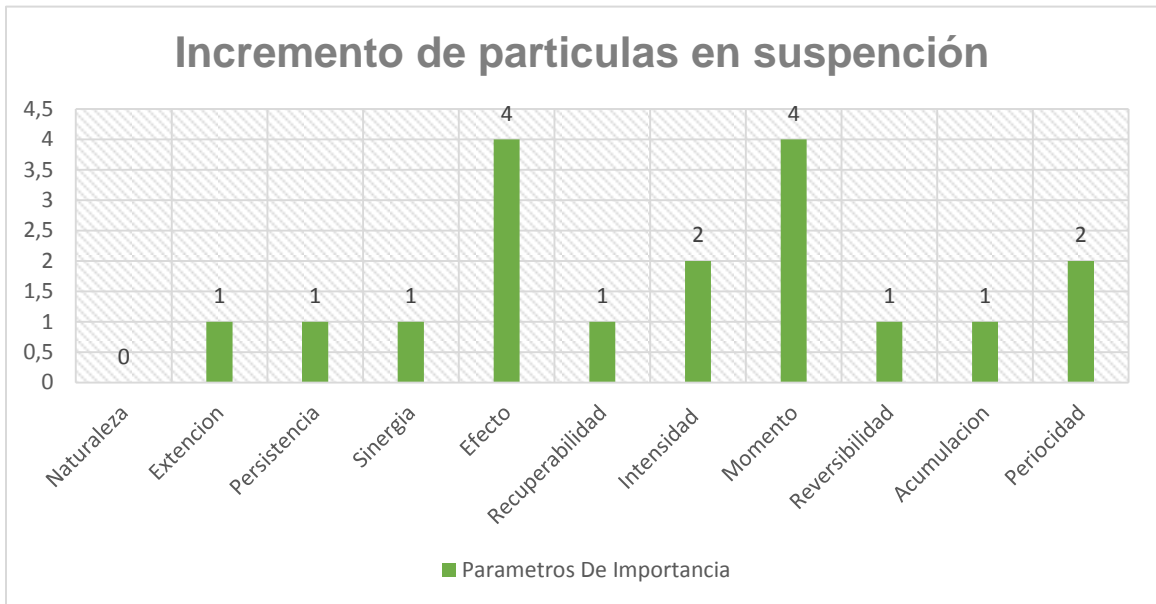
De esta manera la población se ve afectada debido a que gran parte de la demanda de este líquido es primordial para su desarrollo, puesto que no solo se involucra en el consumo sino para aprovechamiento en la agricultura.

Las últimas ediciones del Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo (ONU-Agua, 2009, 2012, citado por Faures & Hoogeveen, 2013) contemplan cómo las distintas crisis globales ocurridas recientemente, cambio climático, energía, seguridad alimentaria, recesión económica y turbulencias financieras, están relacionadas entre sí y tienen un impacto sobre el agua. Los informes nos recuerdan que el agua tiene un importante papel en todos los sectores de la economía y que es esencial para alcanzar un desarrollo sostenible.⁶⁴

Por causas de dichas crisis globales, se puede inferir que la recuperación de este medio acuático por sí solo es a un periodo de tiempo muy extenso porque son fenómenos externos al cauce, donde la comunidad de Puerto Guzmán contribuye en una mínima parte de la afectación, en este caso puntual el agotamiento del recurso hídrico.

⁶⁴ FAURÈS, Jean-Marc. y HOOGEVEEN, Jippe. Afrontar La Escasez De Agua Un Marco De Acción Para La Agricultura Y La Seguridad Alimentaria. [EN LINEA]. E-isbn 978-92-5-307633-8 (pdf). 2013. [Citado en 02 de mayo de 2018]. Disponible en internet: <<http://www.fao.org/3/a-i3015s.pdf>>.

Gráfico 4. Descripción gráfica del impacto incremento en partículas en suspensión



Fuente: Autores 2018

Se reflejó que la zona de estudio al estar un poco alejada de la influencia total de las personas reduce el riesgo de que haya un porcentaje alto de partículas suspendidas (el grafico 4), este factor tiene un parámetro de importancia compatible porque es muy poco frecuente en relación con la influencia del hombre. Principalmente el incremento de estas partículas se da por fenómenos naturales como la acción de arrastre y transporte del agua, los cuales pueden producir una mínima cantidad de partículas que no logran sedimentarse por el diámetro tan pequeño o que por el contrario si lo hacen (menos de 0.01 mm – no sedimentables, mayores a este valor si son sedimentables)⁶⁵, es por esto que en épocas más lluviosas donde la cantidad de agua es mayor el nivel de transporte

⁶⁵ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia. Determinación de sólidos suspendidos totales en agua secados. Código tp 0088. 3 Ed: IDEAM, 2007. 7 p.

de partículas podría ser más elevado, ya que la escorrentía y el arrastre aportarían mayor número de pequeños trozos que se suspenderían en el agua.

De igual manera, los pocos procesos antrópicos que se llevan a cabo cerca de la quebrada, no representan grandes alteraciones con respecto a las partículas suspendidas; puesto que se requeriría que en los alrededores existieran procesos de remoción del suelo, extracción de madera extensa la cual arrojaría gran número de material que puede llegar al agua y afectar sus condiciones naturales. Pero el caso puntual de la quebrada es por el mantenimiento lo que implica que el personal en ocasiones tenga que ingresar al cauce, generando así una cierta turbidez en el agua, pero al ser una acción que no es constante no representa un peligro para la población además la recuperación del recurso hídrico será en un corto periodo de tiempo, esta es una actividad entonces que favorece y el sistema de captación y así mismo a las personas que tienen este servicio.

Tabla 18. *Marco legal de los Aspectos Ambientales Identificados en la zona de estudio*

ASPECTOS	MARCO LEGAL
Generación de inestabilidad del terreno	Decreto 2811 de 1974 por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. parte VII, capítulo II. Art 181
Agotamiento de los recursos naturales	Decreto 2811 de 1974
Generación de material orgánico	Ley 9 de 1979 por la cual se dictan medidas sanitarias TITULO II Art 57
Generación de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos)	Ley 09 de 1979 por la cual se dictan medidas sanitarias sobre residuos sólidos TITULO I. Art 22
Generación de materia fecal	Ley 09 de 1979 por la cual se dictan medidas sanitarias sobre la disposición de excretas TITULO I. Art 40
Generación de procesos erosivos	Decreto 1594 de 1984. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto – Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Art 11
Generación de fertilizantes químicos	Decreto 2811 de 1974 por el cual se dicta el código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de protección al medio ambiente. Parte VII, capítulo I Art 180

Generación de sustancias peligrosas como fungicidas e insecticidas	Decreto 1443 de 2004 Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 253 de 1996, y la Ley 430 de 1998 en relación con la prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas y desechos o residuos peligrosos provenientes de los mismos, y se toman otras determinaciones.
Generación de perdida cobertura vegetal nativa	Decreto 1449 1977 Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto Ley No. 2811 de 1974. Art 7
Generación de escorrentía con sedimentos	Decreto 2811 de 1974 Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente Art 137, 138 (H, A)
Generación de turbidez del agua, por remoción de fondos arenosos	Resolución 2115 de 2007. Art 02

Fuente: Autores 2018

(La tabla 18) contiene el marco legal ajustable a cada uno de los aspectos ambientales más afectados por las actividades que se ejercen en la parte alta de la quebrada la chorrera. A partir de esta información se tiene un punto de vista más amplio sobre la situación ambiental de la zona de estudio.

10.2 FASE II. DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AGUA A TRAVES DE LA APLICACIÓN IRCA E ICA

En esta sección se analizan y discuten los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos obtenidos en los muestreos del agua de la quebrada la Chorrera durante los meses de (marzo, abril y mayo), a continuación, se describen en la tabla 19 las estaciones de muestreo que se establecieron en la zona de estudio y en la tabla 20 el promedio de cada estación por parámetros.

Tabla 19. *Definición de las estaciones de muestreo*

ESTACIONES	N°	CORDENADAS		ALTITUD (msnm)	NUMERO DE MUESTREOS
		N	W		
Aguas arriba	E1	00° 55' 42.8"	076° 27' 07.6"	438	3
Bocatoma	E2	00° 55' 41,3"	076° 27' 08.0"	447	3
Tanque de almacenamiento	E3	00° 55' 47,1"	076° 26' 40.6"	380	3

Fuente: Autores 2018

Tabla 20. Promedio de parámetros fisicoquímicos

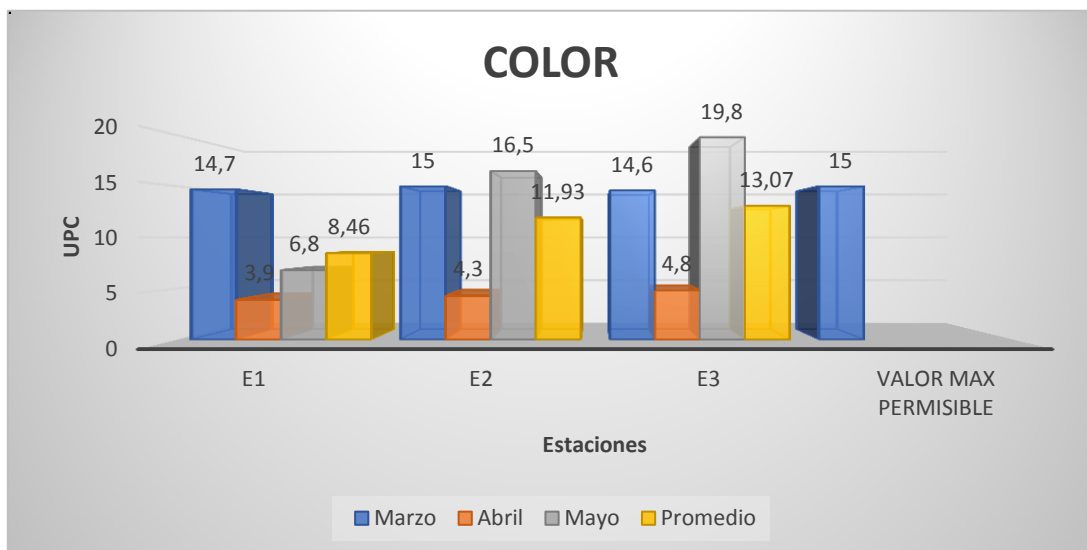
PARAMETROS FISICO-QUIMICOS														
Parámetros y Valores permisibles según la resolución 2115 del 2007			pH (6,5 y 9,0)	Color UPC (15)	Turbidez NTU (2)	Dureza Total mgCaCO ₃ /L (300)	Nitritos NO ₂ ⁻ (0,1mg/L)	Nitratos NO ₃ ⁻ (10mg/L)	SDT (mg/L)	Conductividad (µs/cm)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	T °C	DQO (mg/L) O ₂	Fosfatos PO ₄ ⁻ (mg/L)
Estaciones	Mes	Épocas												
E1	Marzo-Abril	Seca	5,5	14,7	3,65	54,7	0	10	30,55	48,3	0,1	24,7	25	0,1
			5,5	3,9	11,65	10,8	0	0	34,45	50,7	1	22,6	64,4	0,1
	Mayo	Húmeda	4,5	6,8	6,03	11,4	0	25	33,8	49,7	0,6	22,4	90,8	0,1
	Promedio			5,17	8,47	7,11	25,63	0,00	11,67	32,93	49,57	0,57	23,23	60,07
E2	Marzo-Abril	Seca	4,5	15	4,82	61	0	10	31,2	47,5	1	24,8	18	0,1
			4,5	4,3	1,54	9,8	0	10	31,85	46,8	0,9	22,6	84,2	0,1
	Mayo	Húmeda	4,5	16,5	10,2	7,7	0	25	33,15	48,1	0,4	22,5	15	0,1
	Promedio			4,5	11,9	5,5	26,2	0,0	15,0	32,1	47,5	0,8	23,3	39,1
E3	Marzo-Abril	Seca	5	14,6	3,62	67,3	0	10	31,26	49,3	1,5	25,2		
			5	4,8	1,85	11,6	0	0	31,85	48,5	6	23,2		
	Mayo	Húmeda	5	19,8	14,3	4	0	25	33,15	48,6	0,7	22,7		
	Promedio			5,00	13,07	6,59	27,63	0,00	11,67	32,09	48,80	2,73	23,70	

Fuente: Autores 2018

10.2.1 Análisis de los Parámetros Físicos

El análisis de los parámetros físicos como olor y sabor se perciben aceptables ya que no se manifestó una apariencia anormal en el agua de las estaciones muestreadas. Lo cual le da cumplimiento a la resolución 2115 del 2007. A simple vista, el color y turbiedad del agua se nota clara y transparente, sin embargo, se realizaron análisis de color que logró un promedio mínimo de (8,46 UPt/Co) y un promedio alto de (13,07 UPt/Co) dando cumplimiento a los rangos establecidos, donde el máximo permisible es 15 UPt/Co el cual se puede observar en el grafico 5.

Gráfico 5. Variación de color en los diferentes puntos de muestreo

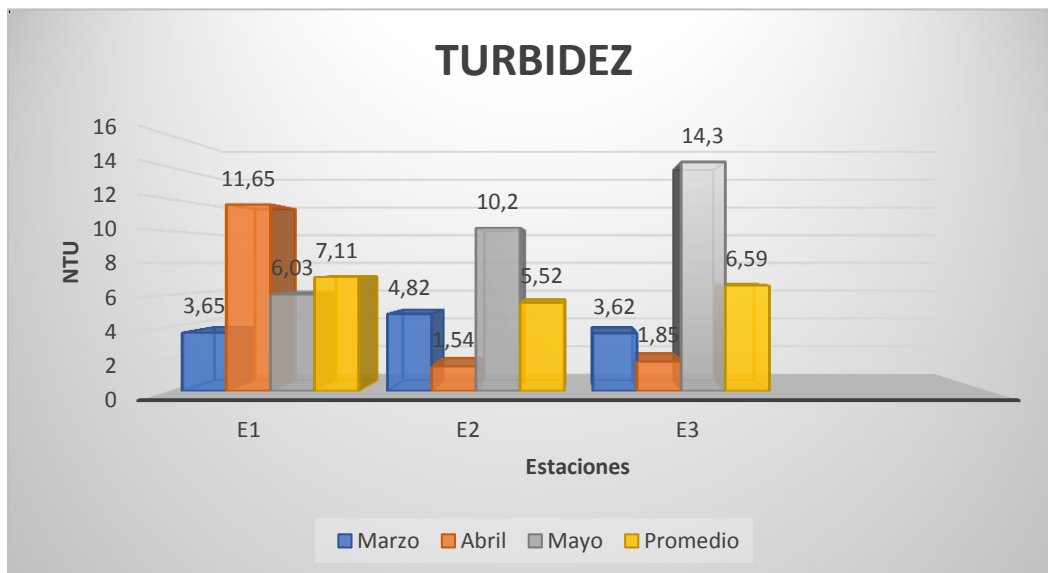


Fuente: Autores 2018

Por otra parte, el promedio de la turbiedad en las tres estaciones tubo promedios de (7,11 NTU), (5,52 NTU), (6,59 NTU) que se pueden observar en la gráfica 6 los

cuales se encuentra fuera de la norma. Esto se debe a diferentes procesos que se ejercen en la zona de estudio como: presencia de sedimentos procedentes de la erosión, debido a la deforestación y eliminación de la vegetación ribereña. siendo estos los que generan el incremento de estos valores, las cuales deterioran la calidad del agua.

Gráfico 6. Variación de turbidez en los diferentes puntos de muestreo



Fuente: Autores 2018

10.2.2 Análisis Físico-Químico

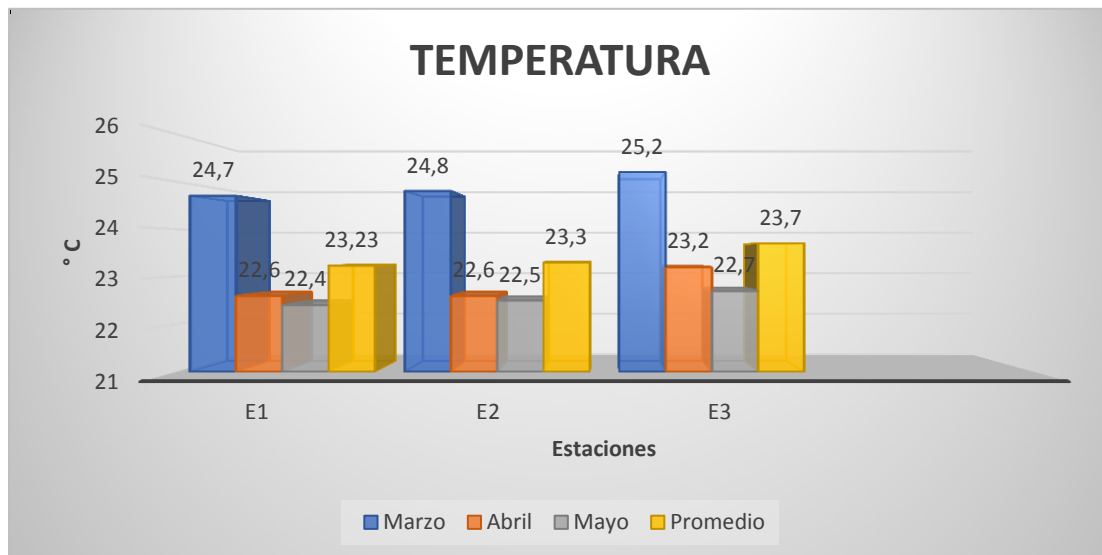
Se determinaron los siguientes parámetros físico - químicos: conductividad eléctrica, nitratos, nitritos, fosfatos, temperatura, pH, oxígeno disuelto, solidos totales disueltos, dureza total, demanda química de oxígeno.

10.2.2.1 Temperatura

La temperatura de la quebrada la chorrera se encuentra entre 22° C y los 24° C, obteniendo un promedio de 23,41 °C, (ver gráfico 7) muestra todas las

temperaturas obtenidas en las diferentes estaciones. Por otra parte, siendo este un indicador de la calidad del agua, que se puede ver afectada por factores naturales como los cambios estacionales, o antrópicos que son los que generalmente afectan la temperatura del agua son: eliminación de la vegetación ribereña y erosión. Asimismo, la temperatura influye directamente en otros factores de calidad como oxígeno disuelto (OD) y demanda biológica de oxígeno (DBO)⁶⁶. Cabe resaltar que la temperatura no es un riesgo para la salud humana.

Gráfico 7 Variación de temperatura en los diferentes puntos de muestreo



Fuente: Autores 2018

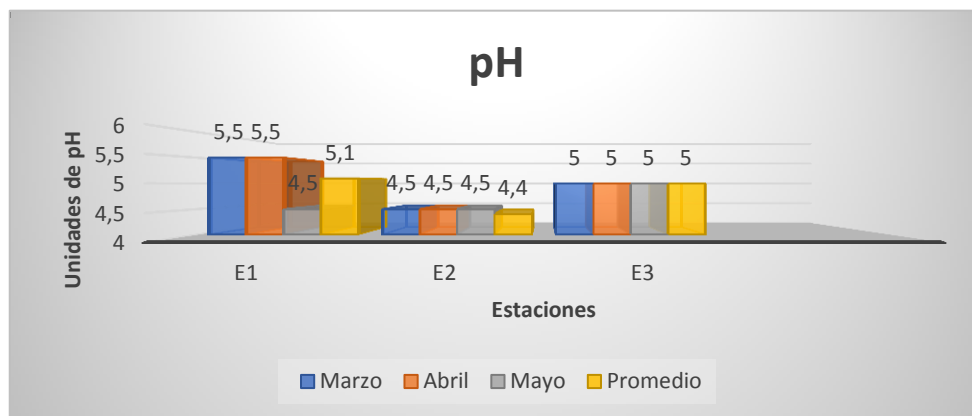
10.2.2.2 pH

El valor de pH para las tres estaciones se mantuvo entre 4,5 y 5,5 unidades en los diferentes muestreos realizados. Según la resolución 2115 del 2007 el pH para agua potable debe estar entre 6,5 y 9,0. Como se puede observar en la (gráfica 8)

⁶⁶ APHA-AWWA-WPCF. Métodos de Normalización para Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ediciones DIASDESANTOS.

los rangos promedios del mes de marzo en temporada seca son de 5,5 y para la húmeda 4,5. para abril se obtuvieron unidades de 4,5 para las dos épocas y para el último mes que fue mayo se obtuvo un pH de 5 de igual manera para las dos temporadas. De acuerdo a los valores obtenidos se encuentran fuera de los rangos permisibles, según los resultados arrojados se considera que el pH del agua se encuentra en una escala acida. Según los autores esto se debe posiblemente a prácticas agrícolas, como la presencia de cultivos los cuales pueden utilizar sustancias químicas que pueden llegar por lixiviación al cauce. Otra razón por el cual el pH es ácido se debe a que los suelos del municipio de Puerto Guzmán son de este tipo, se denominan latosoles, ricos en óxido de hierro y aluminio.⁶⁷ Una forma de remediar esta problemática sería alcalinizar el pH para que sea potable, debido a que la acidez puede provocar daños en la estructura de la tubería.

Gráfico 8. Variación de pH en los diferentes puntos de muestreo



Fuente: Autores 2018

⁶⁷ ESQUEMA, De Ordenamiento Territorial. Dimensión Ambiental, diagnóstico. [EN LINEA]. [Citado en 01 de agosto de 2018]. Disponible en internet: <[http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/dimension%20ambiental%20guzman%20-%20puerto%20guzm%C3%A1n%20\(60%20pag%20-%2014%20kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/dimension%20ambiental%20guzman%20-%20puerto%20guzm%C3%A1n%20(60%20pag%20-%2014%20kb).pdf)>

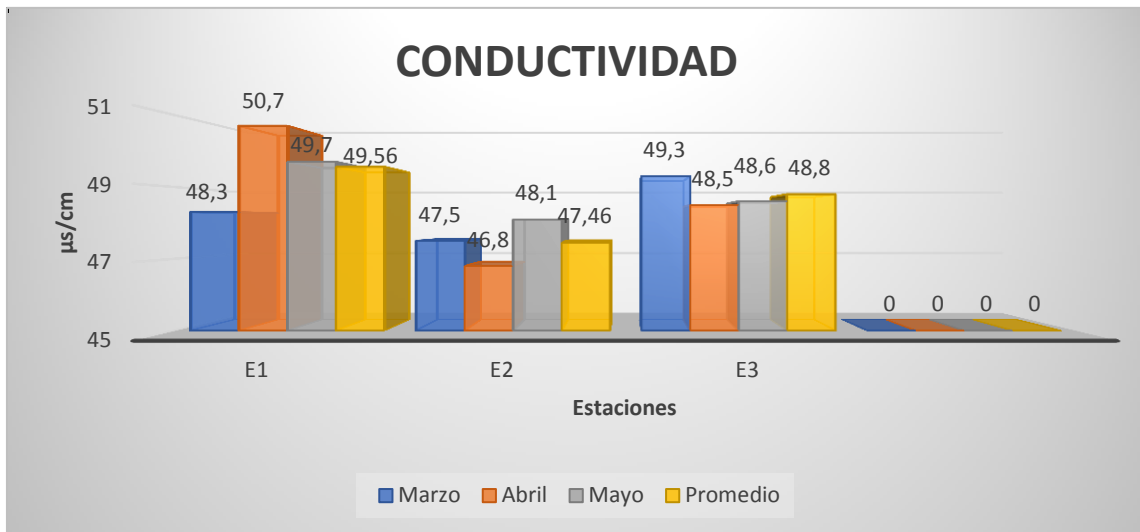
Según Beita & Barahona, 2011 ⁶⁸ los cambios del pH pueden ocurrir por varias razones siendo una de ellas las prácticas agrícolas que conllevan a la lixiviación de aniones hacia el subsuelo, otro fenómeno que produce acidificación en las aguas es la lixiviación del aluminio del suelo por ácidos fuertes que los transportan hasta el agua los cuales generan una reducción en el pH.

10.2.2.3 Conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos (TDS)

El promedio de conductividad durante los meses de muestreo en las diferentes estaciones fue de (49,56 $\mu\text{s/cm}$), (47,46 $\mu\text{s/cm}$) y (48,8 $\mu\text{s/cm}$) con una mínima de 46,8 $\mu\text{s/cm}$ presentada en temporada seca en el mes de abril en la E2, y una máxima de 50,7 $\mu\text{s/cm}$ que se dio en la E1 en el mes de abril en época seca. Según los promedios dados de las estaciones muestreadas se pueden clasificar como aguas oligotróficas la cual es apta para consumo humano y se encuentra dentro de la norma (Ver gráfica 9). En comparación de los sólidos totales disueltos (ver grafica10), estos se encuentran con valores muy bajos que posiblemente se debe por el bajo caudal que tiene la quebrada el cual no permite que haya un mayor arrastre de material sólido. Otra de las razones es porque no hay gran cantidad de afluentes que surtan la quebrada permitiéndole un número mayor de material de arrastre sólido.

⁶⁸BEITA, Wilson. y BARAHONA, Marco. Fisico-química De Las Aguas Superficiales De La Cuenca Del Río Rincón, Península De Osa, Costa Rica. En: Uned Research Journal. Enero-junio, 2011. Vol. 2. No. 2., p.157-179.

Gráfico 9. Variación de conductividad eléctrica en los diferentes puntos de muestreo



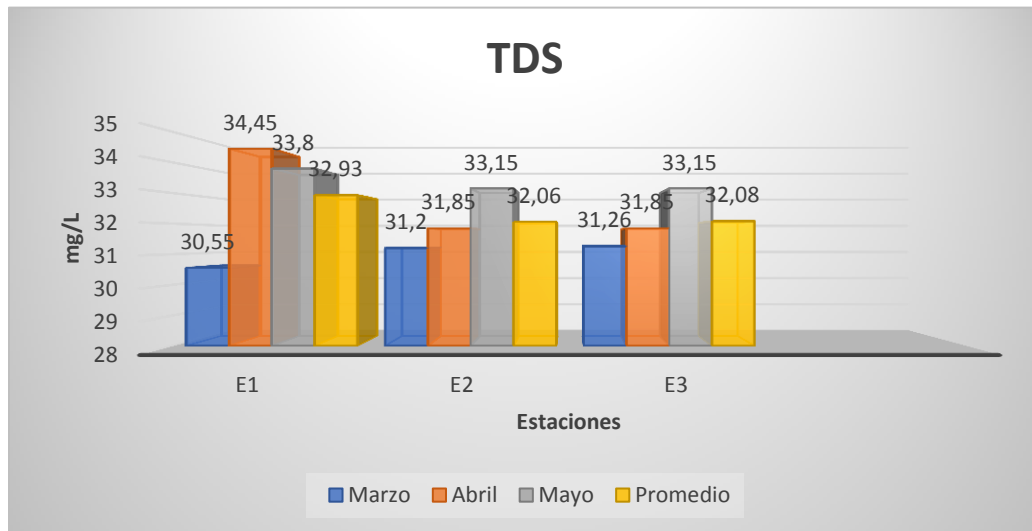
Fuente: Autores 2018

La concentración de SDT menor que 600 mg/L suele considerarse buena, pero a concentraciones mayores aproximadamente 1000 mg/L la palatabilidad del agua de consumo disminuye significativa y progresivamente. Los consumidores pueden considerar inadmisibles la presencia de concentraciones altas de SDT debido a que genera excesivas incrustaciones en tuberías, calentadores, calderas y electrodomésticos. Cabe resaltar que no se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para los SDT.⁶⁹

Según (Marín 2003. Citado por Beita & Barahona 2011) “existe una correlación entre los SDT y la conductividad, puesto que a mayor cantidad de sales disueltas en el agua mayor es el valor de conductividad.”

⁶⁹ Ibid., P. 189

Gráfico 10. Variación de sólidos disueltos totales (SDT) en los diferentes puntos de muestreo



Fuente: Autores 2018

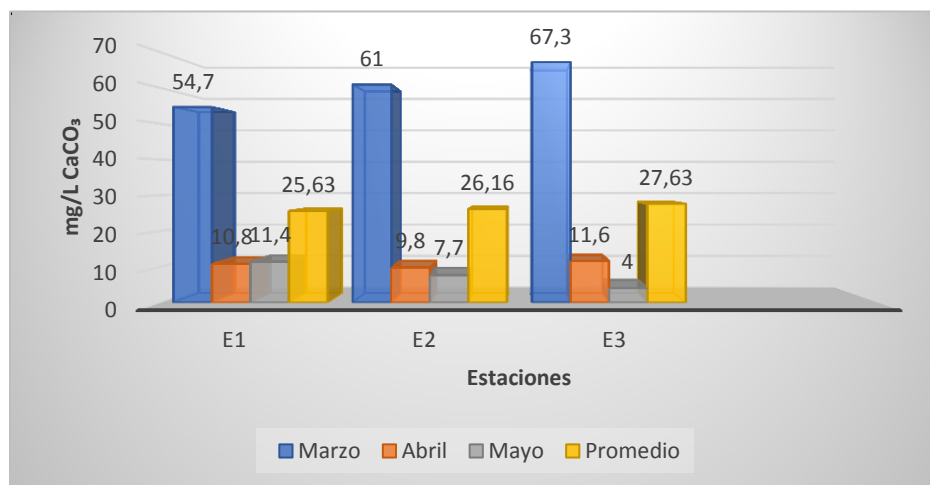
10.2.2.4 Dureza Total

los niveles de dureza en cada una de las estaciones durante los tres meses de muestreo, cuenta con promedios de (25,63 mg/L CaCO₃), (26,16 mg/L CaCO₃) y (27,63 mg/L CaCO₃), donde el valor mínimo fue de 4 mg/L que se dio en el mes de mayo en la E3, y con un valor máximo de 67,3 mg/L que se dio en el mes de marzo en la misma estación nombrada anteriormente (ver gráfico 11). Estos niveles son óptimos ya que se encuentran por debajo del valor máximo aceptable expuesto por la resolución 2115 del 2007.

Según la Organización Mundial de la salud, 2006 (OMS) la dureza del agua se clasifica en blandas (0-60) mg/L CaCO₃, moderadamente duras (61-120 mg/L), duras (121-180 mg/L) y muy duras mayor de >180 mg/L. Debido a los resultados obtenidos este tipo de agua se consideran como Aguas blandas indicando pocos

iones de calcio y magnesio, lo cual corroboran con los bajos valores de conductividad.

Gráfico 11. Variación de dureza total en los diferentes puntos de muestreo



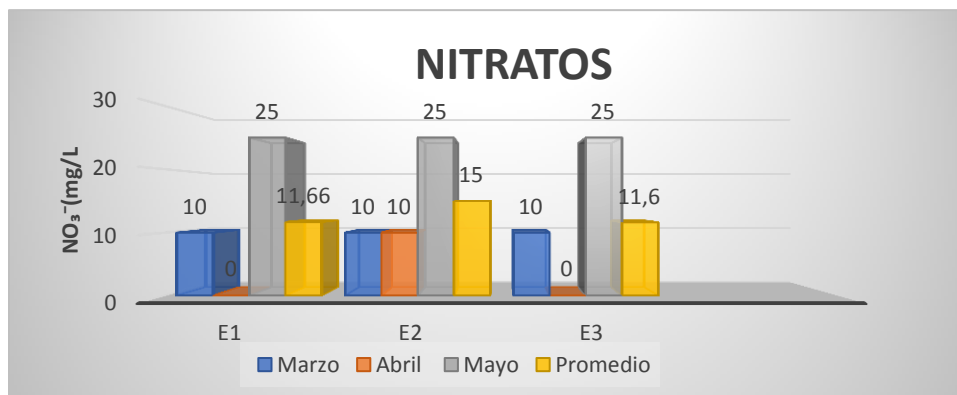
Fuente: Autores 2018

10.2.2.5 Nitritos y nitratos

En relación con el contenido de nitritos, este no se presenta en ningún de las muestras tomadas en la parte alta de la quebrada la chorrera, lo cual indica que no hay contaminación puntual por presencia de compuestos nitrogenados o descomposición de materia orgánica. A comparación con los nitratos (ver gráfico 12), que se obtuvieron valores de 25 NO_3^- (mg/L) en el mes de mayo en las tres estaciones donde los muestreos se realizaron en época húmeda el cual sobrepasa el rango permisible que establece la resolución. Esto quiere decir que hay un tipo de contaminación indirecta por efectos de ganadería que por efectos de lixiviación pueden llegar al cauce el cual se evidencio en la evaluación de impacto ambiental. Según Organización Mundial de la salud, 2006 (OMS) Dice que es importante tener en cuenta que los nitratos y nitritos son iones de origen natural que conforman parte del ciclo del nitrógeno. El nitrato se utiliza principalmente en

fertilizantes inorgánicos, y el nitrito sódico como conservante alimentario, especialmente para las carnes curadas. La concentración de nitrato en aguas subterráneas y superficiales suele ser baja, pero puede llegar a ser alta por filtración o escorrentía de tierras agrícolas o debido a la contaminación por residuos humanos o animales como consecuencia de la oxidación del amoníaco y fuentes similares.⁷⁰

Gráfico 12. Variación de nitratos en los diferentes puntos de muestreo



Fuente: Autores 2018

10.2.2.6 Oxígeno Disuelto

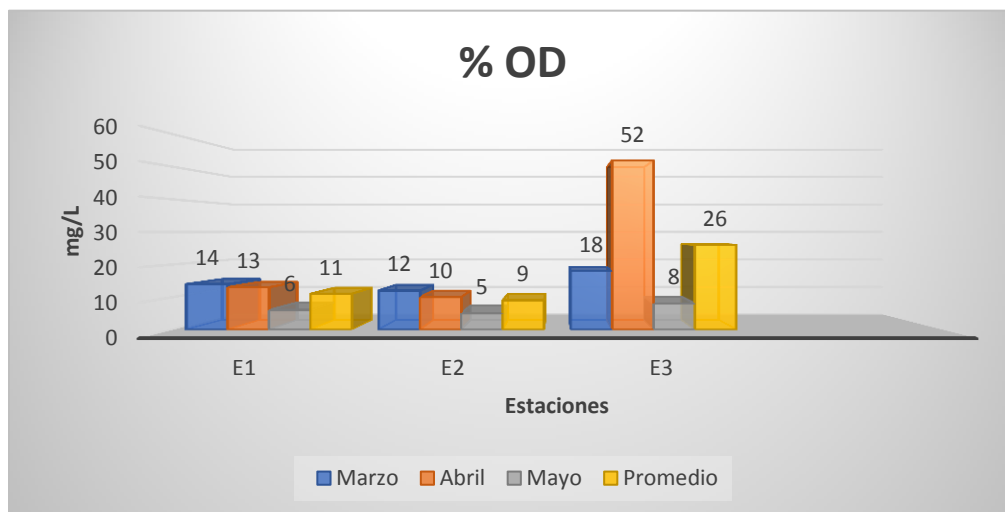
Se observa que el % de oxígeno disuelto más bajo que se presentó en el caudal es 5 % que se dio en la E2 en el mes mayo y el valor máximo que se obtuvo fue 52% que se dio en la E3 en el mes de abril, (ver gráfico 13).

Según la RAS (reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico) 2000 TITULO C donde el valor máximo aceptable debe ser $\geq 4,0$ mg/L. por consiguiente los valores obtenidos en las estaciones de muestreo se encuentran dentro de la norma. Según los resultados obtenidos existen unas concentraciones bajas que se debe a circunstancias hidráulicas como: bajo caudal y poca velocidad

⁷⁰ ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, Guías Para La Calidad Del Agua Potable. [EN LINEA]. Primer Apéndice A La Tercera Edición. 2006. [Citado en 01 de 06 de 2018]. Disponible en internet: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf>

del agua en el transcurso del sitio muestreado. Por otra parte, este no tiende a ser anaerobio puesto que la lámina de agua es menor a 50 cm lo cual permite el ingreso de luz solar para que haya una oxigenación por fotosíntesis.

Gráfico 13. Variación de % oxígeno disuelto (OD) en los diferentes puntos de muestreo

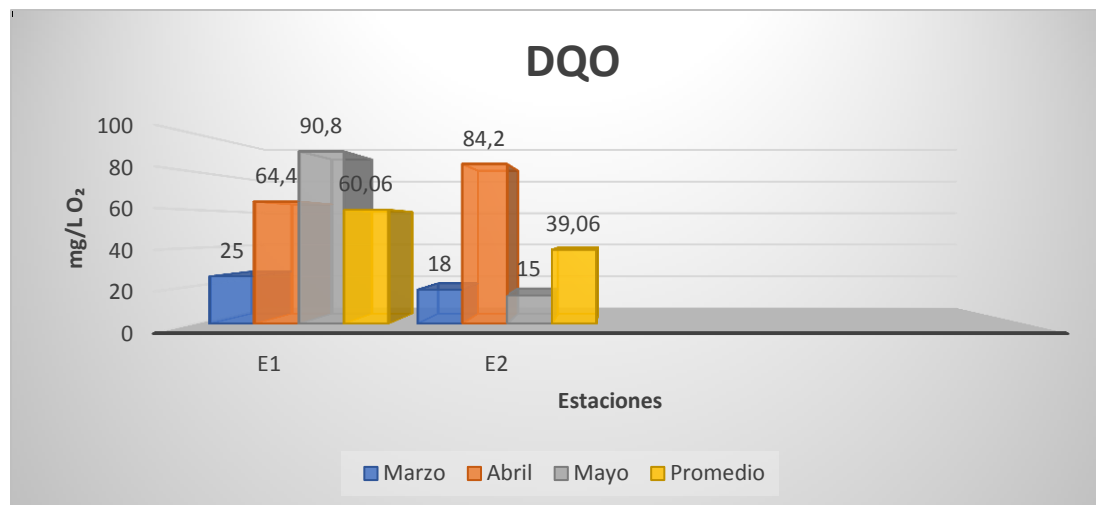


Fuente: Autores 2018

10.2.2.7 Demanda química de oxígeno

Según los resultados DQO (ver gráfico 14), están entre 15 mg/L en la E2 y 84,2 mg/L en la misma estación, lo cual indica que se encuentran dentro de los valores normales según el decreto 3930 del 2010 donde el valor máximo permisible para DQO es 400 mg/L. según los valores encontrados obedecen a las reacciones químicas normales presentes en el cuerpo de agua. Aumentando en el mes de mayo debido a la época húmeda que permite mayor arrastre material orgánico e inorgánico generando esta reacción.

Gráfico 14. Variación de demanda química de oxígeno (DQO) en los diferentes puntos de muestreo

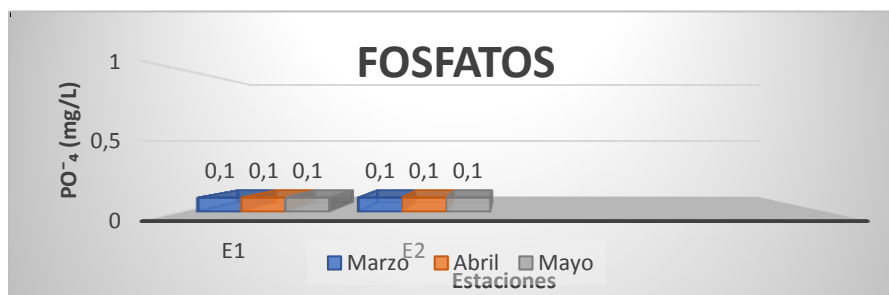


Fuente: Autores 2018

10.2.2.8 Fosfatos

Según los valores obtenidos (ver gráfico 15), las estaciones E1 y E2 durante los tres meses de muestreo se encontró una cantidad mínima de $0,1\text{PO}_4^-$ (mg/L) los cuales se encuentran dentro los valores permisibles que exige la resolución 2115 del 2007. Estos datos obedecen a que el sector muestreado no presenta vertimiento de aguas residuales domésticas, ni presencia ni uso de detergentes.

Gráfico 15. Variación de fosfatos en los diferentes puntos de muestreo



Fuente: Autores 2018

10.2.3 Análisis microbiológico

A continuación (ver tabla 21 y 22), se describe los resultados de coliformes totales y fecales que se encontraron en las siguientes estaciones: 60 metros aguas arriba (E1), bocatoma (E2) y tanque de almacenamiento (E3), las cuales fueron analizadas por el laboratorio del acueducto de Popayán.

Tabla 21. *Resultados de coliformes totales para cada una de las estaciones de muestreo*

Coliformes Totales				
Estaciones	Resultados NMP/100 ml			Valor máximo aceptable
	Marzo	Abril	Mayo	
E1	7701	6131	19863	<1 NMP
E2	6488	3448	24198	
E3	6488	3255	17329	

Fuente: Autores 2018

Tabla 22. *Resultados de E. Coli para cada una de las estaciones de muestreo*

E. Coli				
Estaciones	Resultados NMP/100 ml			Valor máximo aceptable
	Marzo	Abril	Mayo	
E1	537	172	619	<1 NMP
E2	404	45	988	
E3	285	52,9	683	

Fuente: Autores 2018

De acuerdo a lo que se observa en las tablas anteriores, los valores de coliformes totales y *E. Coli* en las 3 estaciones desbordan los niveles permisibles establecidos en la resolución 2115 del 2007 debido a que los valores para características microbiológicas deben ser 0 (cero) para agua de consumo humano, lo cual indica un alto grado de contaminación microbiológica, este factor se puede relacionar en primera instancia a fallas presentadas en el tratamiento de cloración, e irregularidades en el proceso de la planta, en segunda instancia y no menos importante esta la influencia de animales domésticos y silvestres alrededor de la fuente abastecedora del acueducto, los cuales pueden inferir en la calidad del agua por la contaminación con heces fecales que a su vez pueden provocar enfermedades como diarrea a quienes la consumen, o pueden ocasionar acciones de remoción del sustrato de la quebrada, llegando a afectar algunos parámetros físicos del afluente. La tabla muestra un leve incremento en el último mes, por lo que se puede inferir que fenómenos como la lluvia que en estos meses iba aumentando, pueden incrementar el valor debido a acciones de escorrentía de los alrededores, donde mucho material que esta fuera del agua puede llegar a ser arrastrado hasta esta.

10.2.4 Resultados Estadístico

Tabla 23. Coeficiente de correlación de Pearson para variables fisicoquímicas y microbiológicas

Correlaciones de Pearson												
Variables	Temperatura ° C	Ph	Color UPC	Turbidez NTU	Dureza Total CaCO ₃ /L	Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/L)	SDT (mg/L)	Conductividad (μ/cm)	OD (mg/L)	DQO	Coliformes totales NMP/100	E Coli NMP/100
Temperatura		0,5366	0,2925	0,2258	<u>0</u>	0,404	<u>0,0083</u>	0,7118	0,8449	0,1753	<u>0,0104</u>	<u>0,0066</u>
Ph	0,5366		0,821	0,6402	0,6741	0,1561	0,9365	0,1426	0,6336	0,8362	0,1288	0,3058
Color UPC	0,2925	0,821		0,2903	0,3368	0,1095	0,4632	0,5699	0,3002	<u>0,0098</u>	0,9086	0,2735
Turbidez NTU	0,2258	0,6402	0,2903		0,2336		<u>0,0321</u>	0,2422	0,2234	0,7348	0,3959	0,5992
Dureza Total	<u>0</u>	0,6741	0,3368	0,2336		0,5051	<u>0,021</u>	0,7816	0,1851	0,2078	<u>0,0074</u>	<u>0,0034</u>
Nitratos	0,404	0,1561	0,1095	0,9949	0,5051		0,4708	0,7579	<u>0,0248</u>	0,9571	0,0807	0,6001
SDT	<u>0,0083</u>	0,9365	0,4632	<u>0,0321</u>	<u>0,021</u>	0,4708		0,0788	0,3183	0,3374	0,1303	0,0763
Conductividad	0,7118	0,1426	0,5699	0,2422	0,7816	0,7579	0,0788		0,9441	0,5676	0,8129	0,8508
OD	0,8449	0,6336	0,3002	0,2234	0,1851	<u>0,0248</u>	0,3183	0,9441		0,9466	<u>0,0197</u>	0,1492
DQO	0,1753	0,8362	<u>0,0098</u>	0,7348	0,2078	0,9571	0,3374	0,5676	0,9466		0,3676	0,1634
Coliformes totales	<u>0,0104</u>	0,1288	0,9086	0,3959	<u>0,0074</u>	0,0807	0,1303	0,8129	<u>0,0197</u>	0,3676		<u>0,0022</u>
E Coli	<u>0,0066</u>	0,3058	0,2735	0,5992	<u>0,0034</u>	0,6001	0,0763	0,8508	0,1492	0,1634	<u>0,0022</u>	

Fuente: Autores 2018

El test de correlaciones de Pearson indica que las variables con un $P \leq 0,05$ y muestran correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95,0%. Los siguientes pares de variables tienen valores-P por debajo de 0,05:

Tabla 24. *Correlaciones de Pearson*

Coliformes totales y <i>E. Coli</i>	Coliformes totales y Temperatura	<i>E. Coli</i> y Temperatura	Coliformes totales y Dureza Total	<i>E. Coli</i> y Dureza Total	Coliformes totales y OD
Temperatura y Dureza Total	Temperatura y SDT	Nitratos y OD	SDT y Temperatura	Turbidez NTU y SDT	DQO y Color UPC

Fuente: Autores 2018

Esto indica que las variables físico-químicas influenciaron fuertemente sobre las microbiológicas. Evidenciando de igual forma lo analizado durante el desarrollo de este trabajo a través de herramientas como la matriz de evaluación de impactos, donde las actividades externas al afluente a cargo de las personas son las más destacables, y las posibles responsables de que la relación de variables como SDT, COLIFORMES TOTALES y TURBIDEZ están relativamente elevados, debido a las principales actividades encontradas como lo son la ganadería que puede inferir en la remoción de sustrato y por ende en los sólidos suspendidos, al igual que la contaminación por eses (*E. Coli*). La existencia de cultivos que de alguna manera puede influir en la dureza, que son unos de los principales tensores del recurso hídrico.

La correlación que hay entre las variables físico-químicas y microbiológicas como coliformes totales y dureza total, *E. Coli* y dureza total se ven corroboradas por influencia de las diferentes actividades que se ejercen en la zona. En cada una de la relación siempre está presente el factor biológico de los microorganismos, que en la calidad del agua son uno de los principales elementos a tener en cuenta por

todo lo que esta representa para la salud humana y para la calidad de vida de los mismos. Por lo que es necesario que para los factores que tienen mayor influencia directa en la quebrada la Chorrera, por lo que es importante que se tenga un cuidado especial tanto en la intervención de estas actividades a nivel externo, al igual que en el control de los parámetros dentro de la purificación en la planta como lo es la desinfección o purificación.

Tabla 25. *Análisis de Componentes de varianza para variables fisicoquímicas y microbiológicas*

Variable	Fuente de varianza	
	Mes %	Estación %
Temperatura	95,88	4,12
pH	0	100
Color UPC	66,11	33,89
Turbidez NTU	23,82	76,18
Dureza Total	98,01	1,99
Nitritos	0	0
Nitratos	91,49	8,51
SDT	58,69	41,31
Conductividad	0	100
OD	5,47	94,53
DQO	15,54	84,46
Fosfatos	100	0
Coliformes totales	83,84	16,16
<i>E. Coli</i>	81,22	18,78

Fuente: Autores 2018

En la tabla 25 se presentan los resultados del Análisis de los Componentes de la Varianza de las variables fisicoquímicas. Para estas el mes definió el mayor porcentaje de variabilidad obteniendo ocho variables, donde fosfatos, obtuvo el 100% indicando que esta variable está fuertemente influenciada por el mes de muestreo. Para las cinco variables sobrantes el porcentaje de variabilidad lo está

aportando la estación, donde pH y conductividad obtuvieron un 100%. Las variables químicas y microbiológicas como: temperatura, color, dureza total, turbidez, nitratos, SDT, oxígeno disuelto, DQO, coliformes totales y *E. Coli* estuvieron influenciadas en un porcentaje desde 50% hasta un 98,01% por la campaña y la estación.

10.2.5 Determinación de IRCA en el mes de marzo y abril para las E1, E2 Y E3

A continuación, se muestran las tablas con los resultados del análisis para el agua muestreada en los diferentes puntos establecidos, aquellos parámetros que se encuentran en rojo son los que sobre pasan el límite del rango permisible.

Tabla 26. Resultados del análisis del agua para el mes de marzo

Parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua muestreada en la quebrada la chorrera fuente abastecedora del municipio de Puerto Guzmán						
Parámetro	Unidades	MARZO			Rango permisible	Puntaje de riesgo
		E 1	E 2	E 3		
pH		5.5	4.5	5.0	6,5 y 9,0	1.5
Color	UPC	14,7	15	14,6	15	6
Turbiedad	NTU	3,65	4,82	3,62	2	15
Dureza Total	CaCO ₃ /L	54,7	61	67,3	300	1
Fosfatos	PO ₄ ⁻ (mg/L)	0,1	0,1	0	0,5	1
Nitritos	NO ₂ ⁻ (mg/L)	0	0	0	0.1	3
Nitratos	NO ₃ ⁻ (mg/L)	10	10	10	10	1
<i>Echerichia Coli</i>	UFC/100mL	537.0	404.0	285.0	<1MNP	25
Coliformes Totales	UFC/100mL	7701.0	6488.0	6488.0	<1MNP	15

Fuente: Autores 2018

Tabla 27 Resultados de análisis del agua para el mes de abril

Parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua muestreada en la quebrada la chorrera fuente abastecedora del municipio de Puerto Guzmán						
Parámetro	Unidades	ABRIL			Rango permisible	Puntaje de riesgo
		E 1	E 2	E 3		
pH		5.5	4.5	5.0	6,5 y 9,0	1.5
Color	UPC	3,9	4,3	4,8	15	6
Turbidez	NTU	1.65	1.54	1.85	2	15
Dureza Total	CaCO ₃ /L	10.8	9.8	11,6	300	1
Fosfatos	PO ₄ ⁻ (mg/L)	0,1	0,1	0	0,5	1
Nitritos	NO ₂ ⁻ (mg/L)	0	0	0	0.1	3
Nitratos	NO ₃ ⁻ (mg/L)	0	10	0	10	1
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100mL	172.0	45.0	52,9	<1MNP	25
Coliformes Totales	UFC/100mL	6131.0	3448.0	3255.0	<1MNP	15

Fuente: Autores 2018

10.2.5.1 Determinación de IRCA en el mes de mayo para las E1, E2 Y E3

Parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua muestreada en la quebrada la chorrera fuente abastecedora del municipio de Puerto Guzmán						
Parámetro	Unidades	MAYO			Rango permisible	Puntaje de riesgo
		E 1	E 2	E 3		
pH		4.5	4.5	5.0	6,5 y 9,0	1.5
Color	UPC	6,8	16,6	19,8	15	6
Turbidez	NTU	6.03	10.2	14.3	2	15
Dureza Total	CaCO ₃ /L	11,4	7,7	4	300	1
Fosfatos	PO ₄ ⁻ (mg/L)	0,1	0,1	0	0,5	1
Nitritos	NO ₂ ⁻ (mg/L)	0	0	0	0.1	3
Nitratos	NO ₃ ⁻ (mg/L)	25	25	25	10	1
<i>Echerichia Coli</i>	UFC/100mL	619	988	683	<1MNP	25
Coliformes Totales	UFC/100mL	19863	24198	17329	<1MNP	15

Tabla 28. Resultados del análisis del agua para el mes de mayo

Fuente: Autores 2018

En la tabla 29 se muestra las fórmulas de IRCA con su respectivo puntaje y nivel de riesgo.

Tabla 29. General de los resultados del IRCA mensual.

Tabla general de los niveles de riesgo del IRCA		
MAR ZO	$\text{IRCA (\%)} = \frac{1.5+15+25+15}{1.5+6+15+1+1+3+1+25+15} \times 100 = \frac{56.6}{68.5} = 82.62$	INVIABLE SANITARIAMENTE
ABRI L	$\text{IRCA (\%)} = \frac{1.5+25+15}{1.5+6+15+1+1+3+1+25+15} \times 100 = \frac{41.5}{68.5} = 60.58$	ALTO
MAY O	$\text{IRCA (\%)} = \frac{15+1+25+15}{1.5+6+15+1+1+3+1+25+15} \times 100 = \frac{56}{68,5} = 81,75$ $\frac{6+15+1+25+15}{1.5+6+15+1+1+3+1+25+15} = \times 100 = \frac{62}{68,5} = 90,51$	INVIABLE SANITARIAMENTE

Fuente: Autores 2018

El nivel de riesgo obtenido en la E1 obtuvo un resultado de 81,75 y para la E2, E3 se obtuvo un valor de 90,51 lo cual indica un nivel de riesgo inviable sanitariamente, que se califica como no apta para consumo humano en este mes los parámetros que sobre pasan el limite fueron: color, turbidez, nitratos, *E. Coli* y coliformes totales. Cabe resaltar que los parámetros con más peso en el IRCA son los microbiológicos (Coliformes totales y *E. Coli*). posiblemente el aumento de este tipo de microorganismos se debe a la contaminación fecal de animales domésticos o silvestres, que tienen contacto directo a la quebrada lo cual hace que el agua no sea apta para consumo humano y que de una u otra manera pueden causar enfermedades gastrointestinales a los pobladores del municipio.

10.2.5.2 Informe de análisis de la calidad del agua para consumo humano tomada por la secretaria de la salud departamental

Se recogió información secundaria brindada por la empresa de servicios públicos del municipio de Puerto Guzmán, donde la secretaria de salud realizó un muestreo mensual en los meses de marzo, abril y mayo en las casas de habitación de los siguientes barrios: los 70 y prados. A continuación, se muestra la tabla 30 que contiene los resultados de los parámetros muestreados.

Tabla 30. Resultados de análisis fisicoquímico y microbiológico para el mes de marzo en el barrio los 70

Características	Método	Resultado	Unidades	Valores aceptables	Diagnóstico
Cloro residual libre	Colorimétrico de la DPD	0	mgCl ₂ /L	$\geq 0,3 \leq 2$	No aceptable
Coliformes totales	Sustrato definido	2419,6	UFC/100 ml - NMP/100 ml	$\geq 0 \leq 0$	No aceptable
<i>E. Coli</i>	Sustrato definido	0	UFC/100 ml - NMP/100 ml	$\geq 0 \leq 0$	Aceptable
pH	Electrométrico	6,93	Unidades de pH	$\geq 6,5 \leq 9$	Aceptable
Turbidez	Nefelométrico	1,76	UNT	$\geq 0 \leq 2$	Aceptable

Fuente: Secretaria de Salud del Putumayo 2018

Según los parámetros analizados, la muestra de agua se clasifica en el nivel de riesgo ALTO. Presenta valores para cloro residual libre, coliformes totales, que la apartan de los valores aceptables desde los puntos de vista fisicoquímicos y microbiológicos según la resolución 2115 del 2007 del MPS / MAVDT. Para el mes de marzo la secretaria de salud solo tomó dos puntos de muestreo.

Tabla 31. Resultados de análisis fisicoquímico y microbiológico para el mes de marzo en el barrio los prados

Características	Método	Resultado	Unidades	Valores aceptables	Diagnóstico
Cloro residual libre	Colorimétrico de la DPD	0	mgCl ₂ /L	$\geq 0,3 \leq 2$	No aceptable
Coliformes totales	Sustrato definido	123,2	UFC/100 ml - NMP/100 ml	$\geq 0 \leq 0$	No aceptable
E. Coli	Sustrato definido	0	UFC/100 ml - NMP/100 ml	$\geq 0 \leq 0$	Aceptable
pH	Electrométrico	6,86	Unidades de pH	$\geq 6,5 \leq 9$	Aceptable
Turbidez	Nefelométrico	2,21	UNT	$\geq 0 \leq 2$	No aceptable

Fuente: Secretaria de Salud del Putumayo 2018

Según los resultados de los parámetros de la tabla 31, la muestra de agua se clasifica en el nivel de riesgo ALTO. Presenta valores para turbiedad, cloro residual libre, coliformes totales, que la apartan de los valores aceptables desde el punto de vista fisicoquímico, microbiológicos según la resolución 2115 del 2007 del MPS / MAVDT.

Tabla 32. Resultados de análisis fisicoquímico y microbiológico para el mes de abril en el barrio los 70

Características	Método	Resultado	Unidades	Valores aceptables	Diagnóstico
Cloro residual libre	Colorimétrico de la DPD	0	mgCl ₂ /L	$\geq 0,3 \leq 2$	No aceptable
Coliformes totales	Sustrato definido	123,2	UFC/100 ml - NMP/100 ml	$\geq 0 \leq 0$	No aceptable
E. Coli	Sustrato definido	0	UFC/100 ml - NMP/100 ml	$\geq 0 \leq 0$	Aceptable
Fluoruros	Potenciométrico	0,12	mg F-/L	$\geq 0 \leq 1$	Aceptable
pH	Electrométrico	6,86	Unidades de pH	$\geq 6,5 \leq 9$	Aceptable
Turbidez	Nefelométrico	2,21	UNT	$\geq 0 \leq 2$	No aceptable

Fuente: Secretaria de Salud del Putumayo 2018

En la tabla 32 se muestra los resultados obtenidos por la secretaria de salud del putumayo, indica que la muestra de agua se clasifica en un nivel de riesgo MEDIO. Presenta valores para cloro residual libre, que lo apartan de los valores aceptables desde el punto de vista fisicoquímico, microbiológicos según la resolución 2115 del 2007 del MPS / MAVDT. Se debe tener en cuenta que para el mes de abril solo se estableció un punto de muestreo.

Tabla 33. Resultados de análisis fisicoquímico y microbiológico para el mes de mayo en el barrio los 70

Características	Método	Resultado	Unidades	Valores aceptables	Diagnóstico
Cloro residual libre	Colorimétrico de la DPD	2,38	mgCl ₂ /L	$\geq 0,3 \leq 2$	No aceptable
Coliformes totales	Sustrato definido	0	UFC/100 ml - NMP/100 ml	$\geq 0 \leq 0$	No aceptable
<i>E. Coli</i>	Sustrato definido	0	UFC/100 ml - NMP/100 ml	$\geq 0 \leq 0$	Aceptable
pH	Electrométrico	6,91	Unidades de pH	$\geq 6,5 \leq 9$	Aceptable
Turbidez	Nefelométrico	3,38	UNT	$\geq 0 \leq 2$	No aceptable

Fuente: Secretaria de Salud del Putumayo 2018

Según los parámetros analizados, por secretaria de salud departamental la muestra de agua se clasifica en el nivel de riesgo: ALTO. Presenta valores para Turbiedad, Cloro residual libre, que la apartan de los valores aceptables desde el punto de vista Fisicoquímico según la resolución 2115 del 2007 del MPS / MAVDT.

Tabla 34. Resultados de análisis fisicoquímico y microbiológico para el mes de mayo en el barrio los prados.

Características	Método	Resultado	Unidades	Valores aceptables	Diagnóstico
Cloro residual libre	Colorimétrico de la DPD	0,12	mgCl ₂ /L	≥ 0,3 ≤ 2	No aceptable
Coliformes totales	Sustrato definido	0	UFC/100 ml - NMP/100 ml	≥ 0 ≤ 0	No aceptable
<i>E. Coli</i>	Sustrato definido	0	UFC/100 ml - NMP/100 ml	≥ 0 ≤ 0	Aceptable
pH	Electrométrico	6,78	Unidades de pH	≥ 6,5 ≤ 9	Aceptable
Turbidez	Nefelométrico	1,64	UNT	≥ 0 ≤ 2	No aceptable

Fuente: Secretaria de Salud del Putumayo 2018

Según los parámetros analizados, que se muestran en la tabla 34, la muestra de agua se clasifica en el nivel de riesgo: MEDIO. Presenta valores para Cloro residual libre, que la apartan de los valores aceptables desde el punto de vista Fisicoquímico según la resolución 2115 del 2007 del MPS / MAVDT

En la tabla 35 se puede observar el resumen general de IRCA durante los tres meses en las estaciones establecidas por los autores y los puntos definidos por la secretaria de salud del Putumayo.

Tabla 35. Resumen general de IRCA

Meses de muestreo	Puntos/Estaciones de muestreo		Clasificación IRCA		Nivel de riesgo	
	Secretaría Salud	Autores	Secretaría de salud	Autores	Secretaría de salud	Becerra D. & Romero O. Autores. 2018
Marzo	Los 70	E1, E2, E3	41,95	82,62%	ALTO	INVIABLE SANITARIAMENTE
	Los Prados		62,93%			
Abril	Los 70	E1, E2, E3	20,68%	60,58%	MEDIO	ALTO
Mayo	Los 70	E1, E2, E3	41,95	81,75	ALTO	INVIABLE SANITARIAMENTE
	Los Prados		20,97%	90,51	MEDIO	INVIABLE SANITARIAMENTE

Fuente: Autores 2018

De acuerdo a los resultados reportados en la tabla 35 por secretaría de salud, los análisis presentados por esta entidad no están reportando presencia de coliformes fecales a diferencia de lo reportado por los autores, lo cual es necesario realizar nuevos monitores para obtener valores más reales, pero a pesar de esta diferencia se concluye que el agua que abastece a la población del municipio de Puerto Guzmán no es apta para consumo humano lo cual refleja una debilidad en el proceso de la planta de tratamiento que requiere de manera urgente que se tomen medidas que contribuyan al mejoramiento de la calidad del agua.

10.2.6 Determinación de ICA para los meses de marzo, abril y mayo en la E1 y E2

Para la determinación de este índice solo se escogieron dos estaciones de muestreo, debido a que este solo se debe tomar en la corriente superficial del agua, por otra parte, se utilizaron siete variables que se dividen en física, químicas y microbiológicas. A continuación, se muestran en la tabla 36 los resultados del índice de calidad de agua (ICA)

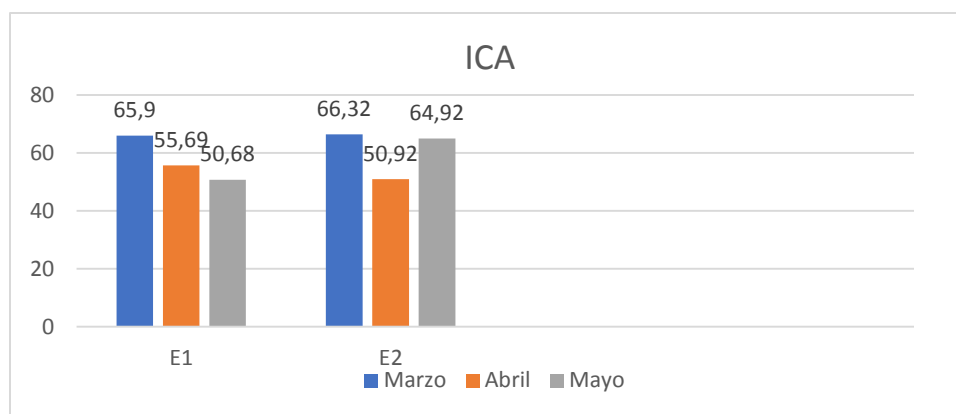
Tabla 36. Resultados del índice de calidad de agua (ICA) para los meses de marzo, abril y mayo.

Meses de muestreo	Estaciones	Oxígeno disuelto (mg/)	Sólidos suspendidos totales (mg/L) O ₂	Demanda química de oxígeno (mg/L) O ₂	Conductividad eléctrica μ S/cm	Fosfatos PO ₄ ⁻ (mg/L)	Nitratos	pH	<i>Echerichia Coli</i> UFC/100 ml	ICA	Calificación de la calidad del agua
MARZO	E1	1,1	30,55	25	48,3	0,1	10	5,5	537,0	65,9	Regular
	E2	1	31,2	18	47,5	0,1	10	4,5	404	66,32	Regular
ABRIL	E1	1	34,45	64,4	50,7	0,1	10	5,5	172	55,69	Regular
	E2	0,9	31,85	84,2	46,8	0,1	10	4,5	45	50,92	Regular
MAYO	E1	0,6	33,8	90,8	49,7	0,1	25	4,5	619	50,68	Regular
	E2	0,4	33,15	15	48,1	0,1	25	4,5	988	64,92	Regular

Fuente: Autores 2018

Según los resultados obtenidos anteriormente se puede observar en el gráfico 16 que presenta una clasificación regular para las estaciones 1 y 2 en el mes de marzo obteniendo un promedio de 65,9 y 66,32 que se dio en época de baja pluviosidad, para el mes de abril se clasificó la E1 y E2 con un promedio de 55,69 y 50,92 como regular. Los resultados para el mes de mayo clasificaron como regular para las dos estaciones obteniendo promedios diferentes.

Gráfico 16. Resultados de ICA para las estaciones de muestreo en los diferentes meses



Fuente: Autores 2018

Según los valores obtenidos en los dos índices conducen a la misma conclusión de que el agua no es apta para consumo humano. Por otra parte, esto se debe a que los parámetros como oxígeno disuelto, obtuvieron un valor muy bajo y coliformes fecales sobrepasaron el límite permisible, determinando que la quebrada la chorrera, se encuentra en una etapa que se aleja de las condiciones naturales.

10.3 FASE 3. DEFINICION DE ESTRATEGIAS QUE CONTRIBUYEN AL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA ZONA DE ESTUDIO.

10.3.1 Matriz DOFA

Con base a los resultados obtenidos en la evaluación de impactos y la determinación de los índices del ICA e IRCA se logró establecer la situación actual de la parte alta de la quebrada la chorrera. A partir de la Matriz 1 se planteó un diagnóstico de la empresa de acueducto EMPOGUZMAN, analizando las partes internas del caso como lo son las debilidades – fortalezas y las partes externas involucradas como lo son las amenazas – oportunidades, con el fin de tener un contexto más amplio y claro sobre los fenómenos relacionados con la realidad de la zona.

Matriz 1. Análisis DOFA

Análisis DOFA		
	Aspectos positivos	Aspectos negativos
Origen interno	<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Total, acompañamiento por parte de la empresa, realizando diferentes actividades como: limpieza y mantenimiento de la bocatoma. • Privilegio por condiciones físicas y biológicas que se dan alrededor, cuenta con un gran ecosistema que favorece las condiciones naturales. • Distanciamiento óptimo de la zona urbana, así como de la 	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de establecer un programa de educación ambiental específico, que permita sensibilizar a las familias que habitan cerca de la zona. • Falta de señalización con respecto a la importancia y significado de lugares dentro de la captación y almacenamiento del recurso. • Inconsistencia en el

	<p>carretera.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento y distribución mínimo para consumo humano. 	<p>tratamiento del agua, no hay una periodicidad concreta con respecto al control de los parámetros</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acceso a todo tipo de personal dentro de la infraestructura e instalaciones (tanque almacenamiento, bocatoma).
Origen externo	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ampliación en personal que se encargue de mantenimiento, operación, toma de muestras del recurso hídrico. • Postulación del acueducto a posible financiación por parte del gobierno (fondo nacional de inversión – FONADE), como un proyecto de desarrollo para la comunidad de Puerto Guzmán. • Involucrar a la comunidad, con educación sobre la importancia del recurso hídrico. 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Influencia antrópica por acciones como la ganadería y cultivos muy cercanos a sitios como la bocatoma. • Existencia de caminos de Acceso cerca de la bocatoma, lo cual puede producir alteraciones en los parámetros fisicoquímicos. • Falta de abastecimiento en épocas secas por influencia de fenómenos como el cambio climático. • Riesgo de enfermedades diarreicas por consumo de agua contaminada.

El agua para consumo humano es unas de las bases de la sociedad que buscan crear una seguridad alimentaria por lo que los cuidados y manejos de este recurso deben de ser lo más estrictos posibles, todo en relación con el proceso de purificación. Para que estas actividades sobre la calidad del agua se desarrollen

de la mejor manera, las personas o entidades prestadoras de este servicio deben tomar una posición responsable en las acciones que tienen que ver con el saneamiento del agua rigiéndose según las normas establecidas por la ley.

El Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000, establece que el agua para consumo humano no debe contener microorganismos patógenos, ni sustancias tóxicas o nocivas para la salud, por lo que debe cumplir los requisitos de calidad microbiológicos y fisicoquímicos exigidos en el Decreto 475 de marzo 10 de 1998, expedido por el Ministerio de Salud. Además, la calidad del agua no debe deteriorarse ni caer por debajo de los límites establecidos durante el periodo de tiempo para el cual se diseñó el sistema de abastecimiento⁷¹.

Por lo que la rigurosidad en cuanto a la periodicidad del tratamiento de cada uno de los parámetros influyentes sobre la calidad del agua debe de ser lo más concretos posibles, y no ser inconsistentes en los debidos aspectos de evaluación del agua.

La empresa prestadora del servicio del agua tiene la posibilidad de equiparse e invertir en su infraestructura ya que podría realizar una postulación a ser financiado por parte del estado como un proyecto de desarrollo para la comunidad de Puerto Guzmán, pese a que posee cierta cantidad de herramientas para prestar el servicio, puede llegar a perfeccionar todo su sistema si cuenta con un plus en inversión y así reducir las pequeñas imperfecciones que pueden surgir de manera normal. Esto podría ser exequible si se crea un vínculo con empresas que incentiven estos aspectos, como lo es FONADE (Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo), que es una “empresa industrial y Comercial del Estado, de carácter financiero que está comprometida

⁷¹ RONDEROS, María Teresa. y NIETO, Bernardo. La infancia, el agua y el saneamiento básico en los planes de desarrollo departamentales y municipales. 2006 p38

con el desarrollo del país a través de alianzas con entidades públicas o privadas, orientadas a estructurar y ejecutar con calidad y transparencia, proyectos estratégicos dirigidos a transformar vidas en beneficio de la población”⁷²

Los alrededores al sitio de estudio, cuentan con un privilegio en cuanto a su composición vegetal evidenciado por la altitud del dosel, por su estratificación y por la biomasa presente en el terreno, entre otros aspectos relevantes del ecosistema. Lo que es una fortaleza para el sistema hídrico ya que la vegetación riveraña incide de gran manera aspectos físico – químicos del agua, puesto que mitigan el impacto de sedimentos y agroquímicos provenientes de las cuencas altas, o de las actividades que se desarrollan en las inmediaciones del afluente. Este es un factor que se debe cuidar ya que contribuyen en cierta manera a la purificación del agua, sobre todo por las pequeñas pero representativas actividades que se dan en el sitio.

El cambio climático es una problemática existente a la cual las comunidades deben dar frente, adoptando estrategias que compensen las dificultades que trae consigo este fenómeno. “El clima ha llegado a convertirse en uno de los desafíos más críticos que se han presentado jamás a la humanidad. Sus efectos van desde la elevación del nivel del mar hasta el derretimiento de los casquetes polares y los glaciares, así como la mayor incidencia de las sequías”⁷³. Por tal motivo los planes de contingencia en estos casos deben ir bien estructurados dentro de los planes de desarrollo para uso del territorio, para tratar de contrarrestar los efectos negativos que se pueden generar a raíz

⁷² FONADE, nuestra entidad. [en línea]. planeación y gestión. 2018. [citado en 30 de julio de 2018]. disponible en internet:

<<http://www.fonade.gov.co/portal/page/portal/WebSite/Fonade/QuienesSomos/NuestraEntidad/Mision>>

⁷³ CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. noviembre, 2007: Kioto, unidos por el clima, guía de la convención sobre el cambio climático y el protocolo de Kioto. unfccc.2007. 44p.

de esta temática global. Dentro de las acciones la que primeramente debe de realizarse es la información a la comunidad para que haya un debido manejo del recurso en las diversas actividades donde hay constante consumo (residencial, agrícola, industrial) para que cada uno de estos sectores tenga planes de acción en cuanto al fenómeno.

10.3.2 Matriz Ansoff

Matriz 2. Análisis Ansoff

	Escenarios actuales	Escenarios nuevos
Existentes	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento irregular del agua. • Infraestructura básica (no equipada) para el nivel de requerimiento de la población. • Presencia de actividades antrópicas (ganadería y cultivos) alrededor de la quebrada La Chorrera 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento en el proceso de potabilización del agua para consumo de la comunidad. • Ampliación y/o aplicación de tecnologías sobre los componentes de la planta (tanques para tratamiento y de almacenamiento). • Personal capacitado para monitoreo de actividades dentro - fuera del afluente hídrico
Nuevos	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar una fuente alterna a la quebrada La Chorrera, para compensación de posible escasez de agua. • Capacitación del personal existente para una mayor 	<ul style="list-style-type: none"> • Desabastecimiento de agua por las diferentes temporadas secas producto del cambio en el clima. • Según el censo del DANE

emergentes	aptitud en relación con la planta de tratamiento.	en 2005 la población era de 2.833 personas y tiene una estimación de crecimiento a las 4.173 personas para el año 2010, lo que implica una mayor demanda para el consumo del agua.
-------------------	---	--

Factores internos (escenarios existentes)

Según (la procuraduría general de la nación y UNICEF, en conjunto con otros grupos gubernamentales) en Colombia hay una gran parte de los departamentos entre ellos el Putumayo que no reseñan la capacidad de cobertura del servicio de agua, especialmente en zonas rurales, creando así un panorama que no es claro en cuanto a la prestación del servicio. De igual manera hay un alto porcentaje de municipios que no reseñan la cobertura del servicio de acueducto en sus planes de desarrollo, lo que refleja que la planeación no se hace con base en prioridades que surgen de un diagnóstico⁷⁴,

Situación que puede inferir en los tratamientos no periódicos del acueducto del municipio ya que no están claros los procesos que se desarrollan alrededor del aprovechamiento del agua, no existe un control estricto que coordine las actividades obligatorias y necesarias para prestar este servicio. Y en cuestión de la planeación se refleja que la infraestructura no es la adecuada ya que no hay un diagnóstico que refleje donde pueden existir falencias dentro del sistema de captación del recurso, por ende, los proyectos y programas que están destinados a mejorar la calidad de vida de las personas por medio de inversión, están destinados a otros campos de la comunidad.

⁷⁴ RONDEROS & NIETO. Op. Cit., p. 162.

Según “el artículo 7.2 de la Ley 142 de 1994, le corresponde a los departamentos apoyar financiera, técnica y administrativamente a las empresas de servicios públicos que operen en el departamento o a los municipios que hayan asumido la prestación directa, así como a las empresas organizadas con participación de la Nación o de los departamentos para desarrollar las funciones de su competencia en materia de servicios públicos”.⁷⁵ Todas estas acciones se dan por parte del ministerio de medio ambiente y desarrollo territorial, realizando así programas de asistencia técnica buscando desarrollar e implementar la capacitación e instrumentos técnicos para el avance del sector del agua potable, de esta manera la empresa Empoguzman tiene que registrarse según la ley para la implementación de dichas acciones que favorezcan la infraestructura del acueducto al igual que el mismo personal que opera en este. Así la empresa contribuiría en mejoramiento de la calidad de vida de las personas que consumen el agua y a su vez del mismo acueducto.

Dentro de toda esta planeación para mejoramiento en la zona de estudio sería óptimo contar con una fuente alterna ya que en épocas secas se evidencia escases del recurso, todo esto posible con la ayuda gubernamental (ministerio de medio ambiente y desarrollo) que preste los recursos necesarios para la exploración de dichas fuentes, puesto que sería un proyecto nuevo encaminado a mejorar la prestación de este servicio.

Factores externos (escenarios nuevos)

El cambio climático es una realidad a la cual las personas deben adaptarse, y por consiguiente tomar decisiones que busquen confrontarla se convierte en casi una

⁷⁵ Colombia ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Ley 142. (09, octubre, 1994). Por la cual se actualiza el plan nacional de capacitación y asistencia técnica para el sector de agua potable, saneamiento básico y ambiental y se toman otras determinaciones. Bogotá, D.C, 9 de octubre de 2003. no. 1. p. 1-5.

obligación. En toda Colombia, pero en especial Puerto Guzmán no ajeno a esta problemática tienen la necesidad de realizar acciones que busquen manipular estos inconvenientes, en este caso sobre el aprovechamiento de aguas superficiales. Una de estas acciones es la realización de investigaciones u proyectos que sugieran posibles alternativas como el aprovechamiento de aguas subterráneas, en relación con el agotamiento del agua de la quebrada. A su vez, se deben tratar los otros productos que trae consigo el cambio climático, debido a que los cambios de temperatura están estrechamente relacionados con las sequías y estas a su vez con el campo de la agricultura puesto que el agua es usada en muchos cultivos de riego, causando un efecto domino en muchos sectores de la comunidad no solo en el cultivo, dado que no hay un cubrimiento total de la demanda de consumo, posteriormente las poblaciones rurales no tendrán ingresos por la producción de los cultivos, a consecuencia de la falta de agua para su crecimiento.

Según la “FAO con este contexto, lo que la región requiere es avanzar en la apropiación y aplicación del concepto de seguridad hídrica que de manera resumida se le considera como “la capacidad de aprovechar el potencial productivo del agua y limitar su potencial destructivo”. También implica una sólida estrategia de adaptación temprana que proporcione beneficios inmediatos a las poblaciones vulnerables”⁷⁶, de esta manera en épocas donde el caudal de la fuente principal se vea disminuido, exista ya un plan estructurado para contrarrestar las adversidades, para así proporcionar a la comunidad un plus dentro de su salud alimentaria, al igual que en sus procesos de desarrollo, como también una alternativa al continuo crecimiento poblacional (censo de 2005 reflejado en el cuadro) y de esta manera cumplir con el abastecimiento necesario.

⁷⁶ GUZMAN, Manuel. Tecnologías para el uso sostenible del agua: Una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático. E-isbn 978-92-5-307931-5 (pdf) ed. Tegucigalpa, M.d.c, Honduras: FAO, octubre 2013. 70 p.

Es importante tener en cuenta que la agricultura tiene grandes repercusiones en cuestiones de sequía y contaminación de afluentes hídricos por lo que también se debe priorizar que dentro de las gobernación municipal es conveniente hacer cierta inversión en cuanto: cuidado, manejo, aprovechamiento, de los recursos naturales, para poder combatir fenómenos como la pobreza que en estas zonas del sur del país son muy evidentes ya que el acompañamiento por parte de la nación en ciertas partes de Colombia es muy reducido.

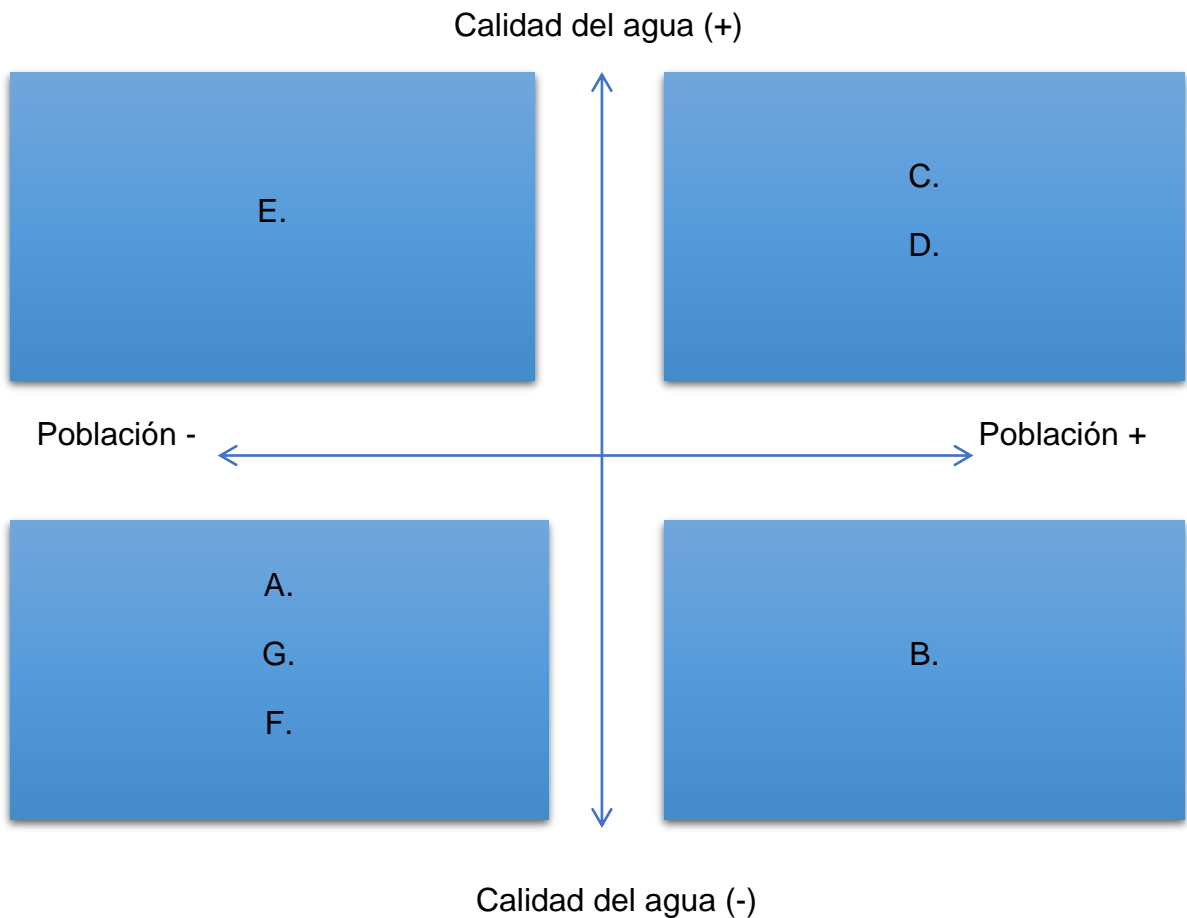
10.3.3 Matriz Ejes de Schwartz

La matriz DOFA Y ANSOFF, crean el contexto necesario para el análisis pertinente de los factores externos incidentes en toda la temática que se desarrolla alrededor de la quebrada la Chorrera. Al conocer todos los temas, escenarios, procesos, actividades que se relacionan con la quebrada gracias a las matrices, se procede a la elaboración de los ejes de Schwartz que ubica cada uno de los elementos implicados en los ejes correspondientes según sea su influencia (+) (-). La relación que se establece es calidad del agua (quebrada Chorrera) – población Puerto Guzmán, a continuación, se nombra algunos de los procesos más significativos involucrados:

- A. Tratamiento irregular del agua.
- B. Presencia de actividades antrópicas (ganadería y cultivos) alrededor de la quebrada La Chorrera.
- C. Ampliación en personal que se encargue de mantenimiento, operación, toma de muestras del recurso hídrico.
- D. Postulación del acueducto a posible financiación por parte del gobierno (fondo nacional de inversión – FONADE), como un proyecto de desarrollo para la comunidad de Puerto Guzmán.
- E. Personal capacitado para monitoreo de actividades dentro - fuera del afluente hídrico.

- F. Según el censo del DANE en 2005 la población era de 2.833 personas y tiene una estimación de crecimiento a las 4.173 personas para el año 2010 en la cabecera, lo que implica una mayor demanda para el consumo del agua.
- G. Acceso a todo tipo de personal dentro de la infraestructura (tanque almacenamiento, bocatoma).

Figura 1. Ejes de Schwartz a la relación calidad del agua (quebrada Chorrera) – población Puerto Guzmán



La Figura 1, muestra el resultado del cruce de los ejes, considerando dos de los actores principales calidad del agua (quebrada Chorrera) – población Puerto Guzmán generando relaciones positivas (+) y negativas (-) entre ellos.

A continuación, se explica lo que representa cada uno de los elementos que se relacionan en el gráfico de Schwartz, todo en relación con los dos actores implicados (calidad del agua - población)

A. Tratamiento irregular del agua

Este proceso que debe tener un rigor particular representa en este caso una negatividad para la población al igual que a la calidad del agua, como es bien conocido muchas de “las dolencias relacionadas con el agua son una de las causas más comunes de enfermedad y de muerte y afectan principalmente a los pobres en los países en desarrollo. Las enfermedades transmitidas por el agua que originan dolencias gastrointestinales (incluyendo la diarrea) son causadas por beber agua contaminada”.⁷⁷ A su vez una mala calidad del agua puede reflejarnos que el entorno de la quebrada es intervenido por procesos extra naturales.

B. Presencia de actividades antrópicas (ganadería y cultivos) alrededor de la quebrada La Chorrera.

Esta relación que se da en este caso es negativa para la calidad del agua, pero positiva para la población porque es necesario que este desarrolle sus actividades, debido a que las principales características de los sistemas de producción se basan en los siguientes sectores: SECTOR PRIMARIO (extractivo, agrícola,

⁷⁷ OMS, y UNICEF, wáter for people, wáter for life. executive summary of the UN world - wáter development report. publicado por primera vez por las naciones unidas. Organization (UNESCO), 2003. 36 p.

pecuario, pesca, minería y silvicultura), **EXTRACTIVISMO** (La dinámica local gira alrededor del cultivo de la coca, en la producción de cultivos agrícolas para el consumo local, la pesca, el comercio de víveres o productos de primera necesidad), **GANADERÍA EXTENSIVA TRADICIONAL** (La actividad ganadera es una fuente importante de ingresos, empleo y seguridad alimentaria para la economía campesina)⁷⁸, actividades que se relacionan estrechamente con el medio y una pequeña parte con la quebrada. Todo esto tiene el único fin de tener una fuente de ingresos, aunque los alrededores de la quebrada no sean el lugar óptimo para hacerlo, ya que afectan a la calidad de agua que es requerida para el consumo de la misma comunidad.

C. Ampliación en personal que se encargue de mantenimiento, operación, toma de muestras del recurso hídrico.

El caso de esta relación de los dos aspectos resulta positivo para los dos sectores involucrados, todo porque ambos se ven beneficiados, primeramente, la calidad del agua por el hecho de que hay más personas encargadas de realizar los procesos necesarios en pro del mejoramiento de la calidad del agua (operaciones constantes, infraestructura en estado limpio y óptimo para su uso). Del mismo modo la población se ve favorecida en esta relación porque al necesitar más personal, se contribuirá a que surjan nuevas posibilidades de empleo, que son muy necesarios para la comunidad Guzmanense.

D. Postulación del acueducto a posible financiación por parte del gobierno (fondo nacional de inversión – FONADE), como un proyecto de desarrollo para la comunidad de Puerto Guzmán.

⁷⁸ ALCALDIA PUERTO GUZMAN (GOBIERNO DIGITAL), Nuestro Municipio. [EN LINEA]. julio 26 2018. [Citado en 10 de agosto de 2018]. Disponible en internet: <<http://puertoguzmanputumayo.micolombiadigital.gov.co/municipio/nuestro-municipio>>

La conexión que se da en este caso entre la población – calidad del agua, es también positiva para las dos partes, precisamente por el trabajo que hace este grupo gubernamental, que es invertir en proyectos que estén dirigidos para el desarrollo de las comunidades, que son las segundas beneficiadas positivamente en este caso, puesto que el acueducto sería mucho más apto para prestar el servicio, y así el acueducto daría un agua de alta calidad.

E. Personal capacitado para monitoreo de actividades dentro - fuera del afluente hídrico.

Esta es una de las acciones que, dentro de los dos elementos implicados en los ejes, tiene una relación positiva y negativa, en primera instancia favorable porque el personal capacitado garantiza una mejor profesionalidad, más aun cuando en el país se generan espacios con el fin de prestar información necesaria, como formaciones virtuales o diplomados que buscan contribuir en el manejo de sistemas de potabilización de aguas. Este tipo de contenidos son prestados muchas veces por sectores privados como ACODAL (asociación colombiana de ingeniería sanitaria y ambiental) que busca “Fomentar y desarrollar con efectividad, acciones viables para el sector de la salud ambiental, por medio de la investigación, formación, capacitación, participación, gestión política, promoción y ejecución de proyectos”.⁷⁹ Esta capacitación representaría una relación negativa para la comunidad porque serían mucho más estrictos en acciones que se puedan realizar alrededor de la quebrada por parte de la comunidad, un caso en específico es el no ingreso de particulares en la planta de tratamiento, o el término de actividades productivas que puedan inferir en la calidad del agua.

F. Según el censo del DANE en 2005 la población era de 2.833 personas y tiene una estimación de crecimiento a las 4.173 personas para el año

⁷⁹ ACODAL, Asociación Colombiana De Ingeniería Sanitaria Y Ambiental. [EN LINEA]. [Citado en 10 de agosto de 2018]. Disponible en internet: <<http://www.acodal.com/quienes-somos/#descripcion>>

2010 en la cabecera, lo que implica una mayor demanda para el consumo del agua.

Este particular caso se da una relación negativa para ambos ámbitos, no precisamente para la calidad del agua, pero si para ejercer presión sobre el afluente, debido a que con el tiempo abra un número mayor de personas que requieran del servicio, lo que implica que en épocas secas, la quebrada no pueda suplir las necesidades requeridas, llevando así a buscar otra fuente de abastecimiento que implica a su vez una inversión de exploración y estos son procesos complejos que requieren de un gran capital, sumado a un lapso de tiempo adecuado para evitar llegar a épocas de una posible escases.

G. Acceso a todo tipo de personal dentro de la infraestructura (tanque almacenamiento, bocatoma).

La calidad del agua de la quebrada y la población de Puerto Guzmán, en este caso se ubica dentro de los ejes como una relación negativa para las dos partes implicadas, primeramente, están muy en relación ya que uno influye en el otro. La información que tienen las personas con respecto al acueducto no tan completa, ya que en ocasiones se realizan cosas que no deberían suceder como el caso de la intervención en la quebrada o llevar a cabo labores agropecuarias tan cerca del afluente, esto a su vez afecta a la misma comunidad por lo que también se representa negativamente. Por tal razón la señalización y la debida prestación de información para la comunidad sería una gran alternativa, que cambie la relación negativa.

10.3.4 Estrategias

Con base en la fase de diagnóstico que tiene en cuenta cada uno de los aspectos que se relacionan con la calidad del agua del afluente, se procede a la elaboración de las debidas estrategias que establecen acciones de mitigación sobre los impactos ambientales existentes, y que en determinado tiempo busca progreso positivo sobre estos. Las prioridades indican los rangos de tiempo en los que se podría realizar las estrategias: corto plazo ≤ 1 año, mediano plazo 2 - 5 años, largo plazo 5 años o más. En las siguientes tablas se establecen los debidos programas o estrategias a tener en cuenta.

PROGRAMA	OBJETIVO	ACTIVIDADES	PRIORIDAD	RESPONSABLES	INDICADORES
GESTION DEL RECURSO HIDRICO DEL AFLUENTE ABASTECEDOR DEL ACUEDUCTO	Perfeccionar los procesos para el tratamiento de agua	Postular el acueducto a inversiones del gobierno por parte de FONADE, y así poder destinar recursos entrantes para mejorar la calidad de la planta de tratamiento, haciendo que los procesos de purificación se den mucho mejor.	mediano plazo	Alcaldía municipal de Puerto Guzmán, alcaldía municipal, profesionales en ramas relacionadas, líderes sociales.	Número de proyectos, postulados y enviados al ente gubernamental

	Garantizar posibles fuentes alternas de agua a la quebrada	Realización de estudios que pretendan buscar la factibilidad de una fuente alterna	mediano plazo	Alcaldía municipal de Puerto Guzmán, CRA (Comisión de Regulación de Agua Potable y saneamiento básico)	Documentos de investigación o acciones de exploración sobre fuente hídrica opcional
--	--	--	---------------	--	---

PROGRAMA	OBJETIVO	ACTIVIDADES	PRIORIDAD	RESPONSABLES	INDICADORES
GESTION PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRESTACION DEL SERVICIO POR PARTE DE LA EMPRESA EMPOGUZMAN.	Mejoramiento en el proceso de potabilización del agua	Toma de muestras frecuentes, periódicas y concisas, por parte de personal tecnificado. Con el fin de mantener las condiciones físicas y químicas optimas	corto plazo	Empresa Empoguzman, pasantes	Número de registros mensuales por año (digital o físico de muestreos, con respectiva evidencia)
		Mantenimiento regular de tanques he infraestructura relacionada con el contacto con el agua	corto plazo	Empresa Empoguzman	Numero de limpiezas a la planta de tratamiento en el año
		Equipación en cuanto a la infraestructura usada para potabilización (tanques de almacenamiento, tuberías, filtros), de igual manera obtención de insumos necesarios (coagulantes, floculantes y desinfectantes)	mediano plazo	Empresa Empoguzman	Numero de inversiones realizadas al año
	Crear una nómina óptima para la realización de las correspondientes labores dentro del acueducto.	Capacitación regular del personal para formación en cuanto a labores dentro de la planta de tratamiento, de igual manera a la actualización de normas necesarias para purificación del agua	corto plazo	Empresa Empoguzman, pasantes, CRA (Comisión de Regulación de Agua Potable y saneamiento básico)	Numero de capacitaciones por año
		Ampliación del personal para realización de labores como: toma de muestras, mantenimiento, cuidado de la planta y quehaceres relacionados	corto plazo	empresa Empoguzman	contrataciones nuevas en el año

PROGRAM A	OBJETIVO	ACTIVIDADES	PRIORIDAD	RESPONSABLES	INDICADORES
EDUCACIÓN AMBIENTAL DE ACTORES INVOLUCRADOS CON LA FUENTE HÍDRICA	Crear un vínculo de importancia de las personas con la quebrada	Mingas con fines de limpieza dentro del acueducto, al igual que todo su alrededor	corto plazo	Junta acción comunal, alcaldía municipal, líderes sociales.	Mingas realizadas en los dos semestres del año
		Involucrar a la comunidad estudiantil de los colegios en procesos de socialización de la problemática, y sobre todo de resaltar la vitalidad de la fuente de abastecimiento del acueducto.	corto plazo	Colegios del municipio, empresa Empoguzman	Numero de conversatorios creados en los correspondientes periodos escolares
	Prestar la correspondiente información del acueducto a las personas que se benefician del servicio, al igual que al resto de la comunidad.	Realización de reuniones informativas para la comunidad que comuniquen las novedades, importancia, problemáticas, que se dan en relación con la calidad del agua del acueducto.	corto plazo	Empresa Empoguzman	Numero de reuniones trimestralmente, en el año.
		Implementación de la debida señalización de los establecimientos, ya sea sobre los tanques de almacenamiento, la bocatoma, al igual que el nombre de la quebrada y lo que esta representa. Para que personas que desconozcan la zona, se informen directamente sobre donde se encuentran	corto plazo	Empresa Empoguzman	Cantidad de señales por cada base donde hay componentes de la planta de tratamiento

	<p>Informar a la comunidad del vínculo que existe entre las labores antrópicas externas a la quebrada, con la calidad del agua de la misma</p>	<p>Comunicar por medio de juntas comunitarias, sobre como las actividades que significan desarrollo para la comunidad pueden llegar afectar la calidad del agua, en el caso de ganadería y agricultura, haciendo saber que estos espacios no deben sufrir esas alteraciones, y que se debe realizar a una distancia optima del cauce de la quebrada.</p>	<p>corto plazo</p>	<p>Empresa Empoguzman, alcaldía municipal</p>	<p>Total, de juntas en el lapso del año</p>
		<p>Re ubicar el camino que pasa cerca a la quebrada para que disminuyan los efectos en la calidad del agua del cauce, esta actividad también contribuirá en que las personas comprendan la importancia que representa el afluente</p>	<p>mediano plazo</p>	<p>Empresa Empoguzman, alcaldía municipal</p>	<p>Numero de caminos alternos al ya existente.</p>

11. CONCLUSIONES

Es importante tener en cuenta que las fuentes hídricas son un motor que da vida a los asentamientos humanos, por lo que se crean vínculos entre estos, esa relación genera huellas y es por eso que a través de este trabajo se evaluaron los impactos que generan las acciones antrópicas alrededor del afluente, con ayuda de la MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, CALIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES que da rangos de importancia para cada aspecto de estudio. Es así como se elaboró una valoración representada en una tabla descriptiva donde se reflejan los procesos, las actividades, los aspectos e impactos ambientales de consideración, con una clasificación entre moderado y compatible. Las actividades extractivas, productivas y hasta del mantenimiento de la bocatoma tiene efectos considerables en la calidad del agua de la quebrada, la actividad agrícola y ganadera, tanto por la expansión de éstas como por uso de sustancias químicas relacionadas con los procesos productivos también son causantes en el deterioro de la calidad del agua.

Los aspectos o actividades sobre la parte alta de la quebrada la chorrera no solo afecta el recurso hídrico sino el conjunto de elementos estructurales del medio que se deterioran por la ampliación de la frontera agrícola, a costo de la reducción del bosque y variedad de ecosistemas.

El muestreo adelantado para las pruebas físico-químicas y microbiológicas del agua, arrojaron después de una análisis estadístico los datos que son determinantes al reconocer los parámetros que se encuentran por fuera de los rangos permisibles por la legislación, esta información es contrastada con la evaluación de impacto, haciendo evidente los orígenes o causas que generan estos valores negativos, y se hace necesaria una intervención encaminada a mejorar esos impactos a nivel de contexto local, debido a que el resultado del

IRCA es alto con un nivel de riesgo inviable sanitariamente, igualmente el ICA da una calificación regular que traduce un agua no apta para consumo.

Los procesos de tratamiento al agua de consumo que está realizando la empresa EMPOGUZMAN no están siendo efectivos, lo cual se ve reflejado en los resultados microbiológicos, que indica un alto contenido de *E. Coli*, Coliformes Fecales.

El agua de la parte alta de la quebrada la chorrera (E1, E2 y E3) se caracterizó por ser acida (pH promedio de 5.5), debido a que los suelos en Puerto Guzmán se clasifican como latosoles, que refiere a suelos muy ácidos.

El agua no es apta para consumo humano, debido a que parámetros como *e coli* y otros sobrepasan los límites permisibles que exige la resolución 2115 del 2007. Donde los resultados con mayor puntaje los obtienen los parámetros microbiológicos.

El agua de los sitios evaluados de la quebrada la chorrera presentó un nivel de riesgo alto para la salud debido a la contaminación bacteriana durante los tres meses de muestreo donde hubo presencia de baja y alta pluviosidad deteriorando su calidad.

El test de correlaciones de Pearson indica que las variables microbiológicas influenciaron fuertemente sobre otras variables. con un $P \leq 0,05$ y muestran correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95,0%. Los siguientes pares de variables tienen valores-P por debajo de 0,05: Coliformes totales y E Coli, Coliformes totales y Temperatura, E Coli y Temperatura, Coliformes totales y Dureza Total, E Coli y Dureza Total, Coliformes totales y OD.

Como una forma de contribuir al mejoramiento de las condiciones actuales de la zona determinada para el estudio, se analizaron varios factores relacionados con el recurso hídrico, indagando sobre agentes externos e internos mediante la implementación de matrices como: DOFA, Ansoff, Schwartz, que de alguna manera enriquecen la fase de diagnóstico, pues resaltan puntos claves del entorno, las organizaciones, la comunidad, que pueden articular acciones y establecer responsabilidades para poder emprender un plan de mejora continua que permita ofrecer una mejor calidad en el agua, el servicio y el empoderamiento con el tema de manejo integrado del recurso hídrico. En ese sentido, se crea una serie de estrategias que buscan mejorar las condiciones actuales en las que se encuentra la zona de estudio, estas puedan ser implementadas a corto, mediano y largo plazo, enmarcadas en los planes de manejo y la política ambiental del municipio, con acciones mucho más concretas que involucren a toda la comunidad y en un lapso de tiempo mucho mayor que puedan ser evaluadas en forma periódica, o que también se creen iniciativas para proyectos de investigación que busquen tratar más detalladamente las falencias socio ambientales que afectan la calidad del agua del afluente, de manera que se visualicen las problemáticas, se tome conciencia, decisiones puntuales y se trabaje en pro de mejorar aquellas condiciones que afectan las normales características del agua para el consumo

12.RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que los resultados de la evaluación de impacto ambiental y de los índices del IRCA e ICA arrojaron ciertas alteraciones en la calidad del agua de la parte alta de la Quebrada la chorrera en el municipio de Puerto Guzmán, por diferentes actividades agrícolas, es importante que la autoridad ambiental y el ente territorial los tomen como insumo para la ejecución de proyectos que minimicen los efectos negativos generados.

Definir y establecer una política pública orientada a la protección y conservación de la quebrada la Quebrada la chorrera donde se conozca la importancia estratégica de la zona.

Deberán ampliarse los análisis físico-químicos y microbiológicos en la parte alta de la quebrada la chorrera, para verificar la incidencia de actividades antrópicas realizadas en el recurso hídrico.

Establecer un programa de monitoreo y seguimiento de la calidad del agua de las estaciones E1, E2 Y E3. por parte de secretaria de salud departamental con la finalidad de monitorear los diferentes cambios físico-químicos y microbiológicos que hay en el agua, que son producidos por diferentes actividades antrópicas.

Realizar un estudio de monitoreo de la calidad del agua de la quebrada La Chorrera empleando indicadores biológicos, ya que algunos de estos como los plecópteros son muy sensibles a la contaminación, con la finalidad de completar la evaluación de la calidad del agua.

Buscar fuentes alternas que les permita brindar un buen servicio en temporada seca, ya que para estas épocas se debe sectorizar el agua, debido a que la quebrada la chorrera no cuenta con la capacidad de surtir a todo el casco urbano.

13. BIBLIOGRAFIA

ACODAL, Asociación Colombiana De Ingeniería Sanitaria Y Ambiental. [EN LINEA]. [Citado en 10 de agosto de 2018]. Disponible en internet: <<http://www.acodal.com/quienes-somos/#descripcion>>

ALCALDIA, Municipal. y EQUIPO, Técnico. Levantamiento De Línea Base Y Diagnóstico Ambiental De Las Microcuencas La Chorrera Y La María. Puerto Guzmán 2015.

ALCALDIA, Puerto Guzmán. (GOBIERNO DIGITAL), Nuestro Municipio. [EN LINEA]. Julio 26 2018. [Citado en 10 de agosto de 2018]. Disponible en internet: <<http://puertoguzmanputumayo.micolombiadigital.gov.co/municipio/nuestro-municipio>>

APHA-AWWA-WPCF. Métodos de Normalización para Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ediciones DIASDESANTOS.

ARIAS, Arnold. Guía de microbiología del agua, programa de ingeniería ambiental y sanitaria, Popayán.

BEITA, Wilson. y BARAHONA, Marco. Fisico-química De Las Aguas Superficiales De La Cuenca Del Río Rincón, Península De Osa, Costa Rica. En: Uned Research Journal. Enero-junio, 2011. Vol. 2. No. 2., p.157-179.

BARRENECHEA, Ada. Aspectos Fisicoquímicos De La Calidad Del Agua. [EN LINEA]. [Citado en 29 de mayo de 2017]. Disponible en internet: <<http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf>>

BRÍÑEZ A., Karol J.; GUARNIZO G., Juliana C.; ARIAS V., Samuel A. Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima. Facultad Nacional de Salud Pública, [S.l.], v. 30, n. 2, p. 175-182, oct. 2012. ISSN 2256-3334. Disponible en:

<<http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/fnsp/article/view/11679/11762>>. Fecha de acceso: 12 nov. 2017

BURBANO, José. Plan De Manejo Ambiental Para La Quebrada Lavapiés, 2008, 9-11P.

CABRERA, María. Comportamiento Del Índice De Riesgo De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano En Cabeceras Municipales En El Departamento De Cundinamarca. Especialización En Planeación Ambiental Y Manejo Integral De Los Recursos Naturales. Cundinamarca.: Universidad Militar Nueva Granada Facultad De Ingeniería. 2013. 17p.

CAMARGO, Alberto. Evaluación Ambiental De La Quebrada De La Honda Del Municipio Del Socorro Mediante Los Índices Bmwp Y Qbr. [EN LINEA]. 2004. [Citado en 08 de mayo de 2017]. Disponible en internet: <<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7026/2/112287.pdf>

CONESA, Vicente. y RUBERTO, Alejandro. Guía Metodológica Para La Evaluación Del Impacto Ambiental. [EN LINEA]. Mundi Prensa. 2006. [Citado en 12 de noviembre de 2017]. Disponible en internet: <http://centro.paot.mx/documentos/varios/guia_metodologica_impacto_ambiental.pdf>

COLOMBIA MINISTERIO DE AMBIENTE, Vivienda y desarrollo territorial. Ley 142. (09, octubre, 1994). Por la cual se actualiza el plan nacional de capacitación y asistencia técnica para el sector de agua potable, saneamiento básico y ambiental

y se toman otras determinaciones. Bogotá, D.C, 9 de octubre de 2003. no. 1. p. 1-5.

CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. noviembre, 2007: Kioto, unidos por el clima, guía de la convención sobre el cambio climático y el protocolo de Kioto. unfccc.2007. 44p.

REPUBLICA DE COLOMBIA MINISTERIO DE AGRICULTURA. Decreto 1541 (26, julio, 1978). Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973. Bogotá, D.E, 26 de julio de 1978.

ESQUEMA, De Ordenamiento Territorial. Dimensión Ambiental, diagnostico. [EN LINEA]. [Citado en 01 de agosto de 2018]. Disponible en internet: <[http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/dimension%20ambiental%20guzman%20-%20puerto%20guzm%C3%A1n%20\(60%20pag%20-%20114%20kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/dimension%20ambiental%20guzman%20-%20puerto%20guzm%C3%A1n%20(60%20pag%20-%20114%20kb).pdf)>

ESPINOZA, Guillermo. Fundamentos De Evaluación De Impacto Ambiental. [EN LINEA]. Virginia Alzina. 2001. [Citado en 14 de noviembre de 2017]. Disponible en internet: <<http://unicesar.ambientalex.info/infoCT/fundamentos.pdf>>

ESTUPIÑAN, Sandra. y AVILA, Sara. Calidad Físico-química Y Microbiológica Del Agua Del Municipio De Bojacá, Cundinamarca. En: Publicación Científica En Ciencias Biomédicas. Diciembre, 2010. Vol. 8. No. 1794-2470., p.1-7.

FAURÈS, Jean-Marc. y HOOGEVEEN, Jippe. Afrontar La Escasez De Agua Un Marco De Acción Para La Agricultura Y La Seguridad Alimentaria. [EN LINEA]. E-isbn 978-92-5-307633-8 (pdf). 2013. [Citado en 02 de mayo de 2018]. Disponible en internet: <<http://www.fao.org/3/a-i3015s.pdf>>.

FERRELL O.C y MICHAEL D. HARTLINE, Guía Metodológica Para El Diseño E Implementación De Estrategias De Mercadeo Innovadoras. [EN LINEA]. 28.

agosto de 2017]. Disponible en internet:
<<https://www.ptp.com.co/documentos/1.3.%20GU%C3%8DA%20METODOL%C3%93GICA%20FINAL%2020-05-2015.pdf>>

FONADE, Nuestra entidad. [en línea]. planeación y gestión. 2018. [citado en 30 de julio de 2018]. disponible en internet:
<http://www.fonade.gov.co/portal/page/portal/WebSite/Fonade/QuienesSomos/NuestraEntidad/Mision>

GONZALEZ, Leidy. y GOYENECHÉ, Juan. Evaluación De La Calidad De Agua De Consumo Humano Para Cuatro Veredas De La Cuenca Del Rio Suarez Y Soluciones A Corto Y Largo Plazo Para El Mejoramiento De La Calidad Del Agua De Consumo Para La Vereda San Isidro. Ingeniero Químico. Bucaramanga.: Universidad Industrial De Santander. 2011. 21-22p.

GONZALES, Juan. y OLIVERO, Edith. Manual De Instrucciones Para La Toma, Preservación Y Transporte De Muestras De Agua De Consumo Humano Para Análisis De Laboratorio. [EN LINEA]. 2011. [Citado en 01 de noviembre de 2017]. Disponible en internet:
<https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj0q8zjxp7XAhUFYiYKHZgcBd8QFgguMAI&url=https%3A%2F%2Fformularios.dane.gov.co%2FAnda_4_1%2Findex.php%2Fcatalog%2F285%2Fdownload%2F4199&usg=AOvVaw1EPMM_wqUmwMsYxzgEgcc6>

GUZMAN, Manuel. Tecnologías para el uso sostenible del agua: Una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático. E-isbn 978-92-5-307931-5 (pdf) ed. Tegucigalpa, M.d.c, Honduras: FAO, octubre 2013. 70 p.

IBAÑEZ, Gabriela. (2012). Elaboración de un plan de manejo ambiental para la conservación de la sub cuenca del Rio San Pablo en el cantón La Mana, provincia de Cotopaxi. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. UTC. 165 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGIA, Meteorología y estudios ambientales (IDEAM). Convenio inter cooperativo Macizo Colombiano: caracterización física, biótica y socioeconómica de la ecorregión del macizo colombiano. Versión 1. febrero de 2003.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, Meteorología Y Estudios Ambientales - Ideam. Índice De Calidad Del Agua En Corrientes Superficiales (ICA). [EN LINEA]. 2011. [Citado en 02 de octubre de 2017]. Disponible en internet: <http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/36-3.21_HM_Indice_calidad_agua_3_Fl.pdf/9d28de9c-8b53-470e-82ab-daca2d0b0031>

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, Meteorología y estudios ambientales ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial – república de Colombia. Determinación de solidos suspendidos totales en agua secados. código tp 0088. 3 Ed: IDEAM, 2007. 7 p.

MACIAS, Roddy. y DIAZ, Susana. Estrategias Generales Para El Control Y Prevención De La Contaminación Del Agua Superficial En La Cuenca Del Rio Portoviejo. [EN LINEA]. Revista CENIC Ciencias Biológicas. 2014. [Citado en 02 de mayo de 2018]. Disponible en internet: <<http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/1812/181220509053/Estrategias+generales+para+el+control+y+prevenci%F3n+de+la+contaminaci%F3n+del+agua+superficial+en+la+cuenca+del+R%EDo+Portoviejo/1>>

MARCH, Ignacio. & CARVAJAL, María De Los Ángeles, *et al.* Planificación Y Desarrollo De Estrategias Para La Conservación De La Biodiversidad. [EN LINEA]. 2009. [Citado en 14 de noviembre de 2017]. Disponible en internet: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II13_Planificacion%20y%20desarrollo%20de%20estrategias%20para%20la%20con.pdf>

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL Decreto 4728 (2010). Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 2010. Bogotá, D. c., 3 p.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. 2115 de 2007. Capítulo III, art. 10, art. 11. Capítulo IV, art. 13, art. 14, art. 15. Bogotá D.C. junio 22 de 2007.

MINISTERIO DE PROTECCION SOCIAL. Decreto 1575 (9, mayo, 2007). Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Bogotá, D. C., 2007. 14 p

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTEENIBLE Decreto 953 (17, mayo, 2013). Por medio de este decreto se reglamenta el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011 la conservación y recuperación de las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua a los acueductos municipales, distritales y regionales, mediante la adquisición y mantenimiento de dichas áreas y la financiación de los esquemas de pago por servicios ambientales y se aplicará a las entidades territoriales, a los distritos de riego que no requieren licencia ambiental y a las autoridades ambientales. Bogotá, D. C., 8 p.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 0631 (18, abril, 2015). Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D. C., 2015. 73 p.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. Resolución 1096 (17, noviembre, 2000). por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico, RAS. Bogotá, D. C., 2000. 161 p.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL Resolución 2115 (22, junio, 2007). Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Bogotá, D. C., 2007. 23 p.

MORA, Edison. Plan De Desarrollo Municipal – Puerto Guzmán. [EN LINEA]. [Citado en 28 de Agosto 2015 de 2017]. Disponible en internet: <https://www.putumayo.gov.co/images/documentos/PDMunicipales/PDM_Pto_Guzman2012_2015.pdf>

MONTOYA, Mauricio. ARANGO, Isabel. ZULUAGA, Abdul y AGUIRRE, Yenny. Aplicación De Los Ejes De Schwartz Como Metodología De Prospectiva Tecnológica Al Modelo Universitario-empresa En El Contexto Colombiano. En: Ingenierías Usbmed. Enero, 2017. Vol. 8. No. 1., p.63-69.

NAVARRO, María. Determinación De Echerichia Coli Y Coliformes Totales En Agua Por El Método De Filtración Por Membrana En Agar Chromocult. [EN LINEA]. Subdirección De Hidrología – Grupo Laboratorio De Calidad Ambiental. 2007. [Citado en 29 de mayo de 2017]. Disponible en internet: <<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en+Agua+Filtraci%C3%B3n+por+Membrana.pdf/5414795c-370e-48ef-9818-ec54a0f01174>>

NORMA TÉCNICA NTC-ISO COLOMBIANA, 14001. Sistemas De Gestión Ambiental. Requisitos Con Orientación Para Su Uso. [EN LINEA]. 2015. [Citado en 14 de 11 de 2017]. Disponible en internet: <https://informacion.unad.edu.co/images/control_interno/NTC_ISO_14001_2015.pdf>

OMS, y UNICEF, wáter for people, wáter for life. executive summary of the UN world - wáter development report. publicado por Primera vez por las naciones unidas. Organization (UNESCO), 2003. 36 p.

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, Guías Para La Calidad Del Agua Potable. [EN LINEA]. Primer Apéndice A La Tercera Edición. 2006. [Citado en 01 de 06 de 2018]. Disponible en internet: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf>

PADILLA, Antony, GARCIA Tomas, Nancy y Wilfredo. Caracterización físico-química y bacteriológica, en dos épocas del año, de la subcuenca del río Quiscab, Guatemala. *Rev. Cie Téc Agr* [online]. 2010, vol.19, n.3 [citado 2017-11-12], pp. 43-46. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000300008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2071-0054.

PEREZ, Jhean. Caracterización De La Calidad Del Agua En La Planta De Tratamiento De Agua Potable Y En La Red De Distribución De La Ciudad De Yopal. Ingeniero Químico. Bucaramanga.: Universidad Industrial De Santander. 2010. 18-19p.

REPUBLICA DE COLOMBIA. Decreto 2811 (18, diciembre,1974). Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Bogotá, D. E., 19974. 64 p.

REPUBLICA DE COLOMBIA. Decreto 1594 (26, junio, 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el [Título I de la Ley 9 de 1979], así como el [Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto Ley 2811 de 1974] en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Bogotá, D. E., 1984. 41 p.

RIVERA, Luna. & URBANO, S. Diagnóstico Ambiental De Los Nacimientos Del Agua De La Quebrada La Chorrera Y Quebrada Los Indios, Parque Nacional Natural, Farallones Corregimiento De Panse Municipio De Santiago De Cali Departamento Del Valle Del Cauca. Especialización. Popayán.: Fundación Universitaria De Popayán. 2002.

RINCON, Nelson. Evaluación De Parámetros Físico-químicos Del Agua En El Proceso De Potabilización Del Río Subachoque. En: Febrero, 2017. Vol. 1. p.1-18.

RONDEROS, María Teresa. y NIETO, Bernardo. La infancia, el agua y el saneamiento básico en los planes de desarrollo departamentales y municipales. 2006 p38

RUEDAS, Gina. y NAVARRO, Bleidy. Determinación Del Desabastecimiento Y Análisis De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano Del Centro Poblado Del Corregimiento De Aguas Claras, Municipio De Ocaña. Ingeniería Ambiental. Ocaña.: Universidad Francisco De Paula Santander. 2016. 79p.

SECRETARIA DISTRICTAL DE INTREGACION SOCIAL, Gestión Ambiental. Guía Metodológica Para La Evaluación De Aspectos Impacto Ambientales. [EN LINEA]. 2013. [Citado en 02 de junio de 2017]. Disponible en internet: <[http://intranetsdis.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/3.4_proc_adminis_gestion_bienes_servicios/\(08052013\)guia_final.pdf](http://intranetsdis.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/3.4_proc_adminis_gestion_bienes_servicios/(08052013)guia_final.pdf)>

SILVA, Sandra. y CORREA, Francisco. Semestre Económico. En: Análisis De La Contaminación Del Suelo: Revisión De La Normativa Y Posibilidades De La Regulación Económica. Enero-junio, 2009. Vol. 12. No. 23., p.13-34.

VARGAS, Orlando. Acta Biológica Colombiana. En: Restauración Ecológica: Biodiversidad Y Conservación. 2011. Vol. 16. No. 2., p.221-246.

VALENCIA, Ana. Evaluación De La Calidad De Agua Para Consumo, En La Cabecera Municipal De Riosucio Departamento Del Chocó-Colombia. Magister En Desarrollo Sostenible Y Medio Ambiente. Manizales.: Facultad De Ciencias Contables Económicas Y Administrativas. 2016. 122p.

14 ANEXOS



FOTO 20. *Limpieza y adecuación de bocatoma*

Fuente: Autores 2018



FOTO 21. *Planta de tratamiento*

Fuente: Autores 2018

FOTO 22. *Recolección de muestras*



FOTO 23. *Tanque de almacenamiento*



Fuente: Autores 2018

FOTO 24. *Desinfección de equipos*



Fuente: Autores 2018

