

**Evaluación de la calidad del agua de la fuente hídrica Ciénaga San Silvestre, en la
desembocadura de la quebrada el Zarzal en jurisdicción del municipio de
Barrancabermeja - Santander**

Anyi Maritza Galvis Moncada

Marcela Andrea Zambrano Bothia. Qco Amb. Esp. Mg

Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Química

2023

Tabla de Contenido

Resumen.....	11
Abstract.....	12
Introducción.....	13
Planteamiento del Problema.....	15
Justificación.....	17
Objetivos.....	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos.....	19
Marco Referencial.....	20
Marco Teórico.....	20
Catenageomórfica.....	20
Sistemas Lénticos.....	20
Sistemas Lóticos.....	20
Macroinvertebrados Acuáticos.....	21
Microalgas Perifíticas.....	21
Plancton.....	21
Macrófitas Acuáticas.....	22
Índices de Contaminación.....	22
Índice de Calidad del Agua (ICA).....	23
Evaluación de los Impactos Ambientales.....	24
Metodología.....	28
Diseño Metodológico.....	28
Tipo de Investigación.....	28
Tipos de Fuentes de Información.....	28

Enfoque.....	29
Fases a Ejecutar.....	29
Fase 1. Características Bióticas y Abióticas.....	29
Fase 2. Caracterización Hídrica.....	29
Fase 3. Medidas de Restauración.....	31
Resultados y Análisis de Resultados.....	32
Fase 1. Características Bióticas y Abióticas.....	32
Línea Base Abiótica.....	32
Agua.....	32
Localización Geográfica municipio de Barrancabermeja.....	32
Clasificación de Cuerpos Hídricos en el municipio de Barrancabermeja.....	33
Climatología.....	37
Suelo.....	38
Aire.....	39
Línea Base Biótica.....	41
Flora.....	41
Fauna.....	43
Fase 2. Caracterización FQ, MB e HB.....	45
Alistamiento de Materiales.....	45
Trabajo de Campo.....	46
Muestreo Físicoquímico.....	46
Punto de Muestreo 1 - 200 Metros Aguas Arriba de la Intercepción.....	47
Punto de muestreo 2 - Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga San Silvestre.....	49

Punto de Muestreo 3 - 200 Metros Aguas Abajo de la Intercepción.....	51
Muestreo Hidrobiológico.....	52
Análisis de Resultados Fisicoquímicos (FQ), Microbiológicos (MB) e Hidrobiológicos (HB).....	54
Resultados Fisicoquímicos (FQ) y Microbiológicos (MB).....	54
Cálculo de Índices de Contaminación (ICOS) del Agua.....	60
Cálculo de Índice de Calidad del Agua (ICA).....	64
Resultados Hidrobiológicos (HB).....	65
Macroinvertebrados Acuáticos.....	65
Perifiton Algal.....	74
Fitoplancton.....	79
Zooplancton.....	85
Macrófitas.....	90
Fauna Íctica.....	92
Fase 3. Medidas Técnicas de Restauración Ambiental, para el Área de Influencia de la Quebrada el Zarzal sobre la Ciénaga San Silvestre.....	96
Determinación de las Actividades que se Desarrollan para la Realización del Proyecto...98	
Recurso Hídrico.....	98
Recurso Suelo.....	101
Recurso Aire.....	102
Olores Ofensivos.....	102
Emisiones Atmosféricas y Ruido.....	102
Recurso Fauna y Flora.....	104

Reconocimiento de Impactos Ambientales.....	107
Formulación de Estrategias de Restauración, con Base en los Impactos Ambientales Identificados.....	116
Etapas Aplicables para este Proyecto de Restauración Ambiental.....	117
Estrategias de restauración propuestas.....	121
Conclusiones.....	123
Recomendaciones.....	128
Referencias Bibliografías.....	129
Anexo.....	135

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Índices de Contaminación contemplados en el análisis</i>	23
Tabla 2. <i>Variables y ponderaciones para el caso de 5 variables</i>	23
Tabla 3. <i>Variables y ponderaciones para el caso de 6 variables</i>	24
Tabla 4. <i>Calificación de la contaminación del agua según valores que toma el ICA</i>	24
Tabla 5. <i>Criterios de Evaluación</i>	25
Tabla 6. <i>Valoración de los Criterios</i>	25
Tabla 7. <i>Calificación del impacto</i>	27
Tabla 8. <i>Clasificación de cuencas</i>	34
Tabla 9. <i>Listado de flora identificada en la zona de estudio</i>	42
Tabla 10. <i>Listado de fauna identificada en la zona de estudio</i>	44
Tabla 11. <i>Lista de equipos y materiales utilizados en campo</i>	45
Tabla 12. <i>Identificación y ubicación de puntos de muestreo</i>	46
Tabla 13. <i>Información General, 200 metros aguas arriba de la intercepción</i>	47
Tabla 14. <i>Registro fotográfico muestreo FQ, 200 metros aguas arriba de la intercepción</i> ...	48
Tabla 15. <i>Información General, Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga san Silvestre</i> ...	49
Tabla 16. <i>Registro fotográfico muestreo FQ, Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga san Silvestre</i>	50
Tabla 17. <i>Información General, 200 metros aguas abajo de la intercepción</i>	51
Tabla 18. <i>Registro fotográfico muestreo FQ, 200 metros aguas abajo de la intercepción</i>	52
Tabla 19. <i>Metodología de caracterización de macroinvertebrados</i>	53
Tabla 20. <i>Metodología de caracterización de Perifiton</i>	53
Tabla 21. <i>Metodología de caracterización de Plancton</i>	54
Tabla 22. <i>Metodología de caracterización de Macrófitas</i>	54

Tabla 23. <i>Resultados reporte de laboratorio punto de muestreo 1, 200 metros aguas arriba de la intercepción</i>	55
Tabla 24. <i>Comparación de resultados Normatividad Ambiental (usos del agua) Punto de muestreo 1</i>	56
Tabla 25. <i>Resultados reporte de laboratorio punto de muestreo 2, Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga san Silvestre</i>	57
Tabla 26. <i>Comparación de resultados Normatividad Ambiental (usos del agua) punto de muestreo 2</i>	58
Tabla 27. <i>Resultados reporte de laboratorio punto de muestreo 3, 200 metros aguas abajo de la intercepción</i>	59
Tabla 28. <i>Comparación de resultados Normatividad Ambiental (usos del agua) Punto de muestreo 3</i>	60
Tabla 29. <i>Índices de contaminación ICOS, puntos de muestreo área de estudio</i>	60
Tabla 30. <i>Cálculo ICA, puntos de muestreo área de estudio</i>	64
Tabla 31. <i>Composición taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos</i>	65
Tabla 32. <i>Abundancia (Ind/m²) y riqueza de los macroinvertebrados acuáticos</i>	67
Tabla 33. <i>Cálculo del BMWP/Col para macroinvertebrados bentónicos</i>	70
Tabla 34. <i>Índices ecológicos macroinvertebrados bentónicos</i>	71
Tabla 35. <i>Registro fotográfico Macroinvertebrados identificados</i>	72
Tabla 36. <i>Composición taxonómica del Perifiton algal</i>	74
Tabla 37. <i>Abundancia (Ind/cm²) y riqueza del perifiton algal</i>	76
Tabla 38. <i>Índices ecológicos de perifiton algal</i>	79
Tabla 39. <i>Composición taxonómica del fitoplancton</i>	80
Tabla 40. <i>Abundancia (Ind/L) y riqueza de fitoplancton</i>	81

Tabla 41. <i>Índices ecológicos fitoplancton</i>	84
Tabla 42. <i>Composición taxonómica del zooplancton</i>	85
Tabla 43. <i>Abundancia (Ind/L) y riqueza del zooplancton</i>	86
Tabla 44. <i>Índices ecológicos zooplancton</i>	89
Tabla 45. <i>Composición taxonómica de macrófitas</i>	90
Tabla 46. <i>Porcentaje de cobertura y riqueza de macrófitas</i>	91
Tabla 47. <i>Composición taxonómica de peces</i>	92
Tabla 48. <i>Abundancia (No de individuos) y riqueza de peces</i>	93
Tabla 49. <i>Índices ecológicos de ictiofauna</i>	95
Tabla 50. <i>Matriz de Aspectos Ambientales, área de influencia fuentes hídricas</i>	108
Tabla 51. <i>Identificación de Impactos Ambientales</i>	109
Tabla 52. <i>Matriz de Evaluación de Impactos</i>	112
Tabla 53. <i>Estrategia de restauración ambiental recursos naturales área de influencia intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga san Silvestre</i>	122

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Localización Municipio de Barrancabermeja</i>	33
Figura 2. <i>Mapa territorial de Barrancabermeja</i>	34
Figura 3. <i>Sistema hidrográfico de Barrancabermeja</i>	35
Figura 4. <i>Área de influencia quebrada el Zarzal sobre la Ciénaga San Silvestre</i>	36
Figura 5. <i>Puntos de muestreo quebrada el Zarzal sobre la Ciénaga San Silvestre</i>	37
Figura 6. <i>Catena típica del municipio de Barrancabermeja</i>	39
Figura 7. <i>Contaminación del aire, Barrancabermeja – Santander</i>	40
Figura 8. <i>Generación de ruido, Barrancabermeja – Santander</i>	41
Figura 9. <i>Flora identificada en la zona de estudio</i>	43
Figura 10. <i>Comportamiento datos in situ, 200 metros aguas arriba de la intercepción</i>	47
Figura 11. <i>Comportamiento Datos in situ, Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga San Silvestre</i>	49
Figura 12. <i>Comportamiento Datos in situ, 200 metros aguas abajo de la intercepción</i>	51
Figura 13. <i>Riqueza de macroinvertebrados acuáticos</i>	68
Figura 14. <i>Porcentaje de abundancia de macroinvertebrados bentónicos</i>	69
Figura 15. <i>Riqueza del Perifiton algal</i>	77
Figura 16. <i>Porcentaje de abundancia de Perifiton algal</i>	78
Figura 17. <i>Riqueza de fitoplancton</i>	82
Figura 18. <i>Porcentaje Abundancia de fitoplancton</i>	83
Figura 19. <i>Riqueza de zooplancton</i>	87
Figura 20. <i>Porcentaje de abundancia de zooplancton</i>	88
Figura 21. <i>Riqueza de macrófitas</i>	92
Figura 22. <i>Riqueza de peces</i>	94

Figura 23. <i>Porcentaje de abundancia de peces</i>	95
Figura 24. <i>Registro fotográfico recorridos oculares por el área de influencia</i>	97
Figura 25. <i>Registro fotográfico vertimientos y formación de Cieno, área de influencia</i>	99
Figura 26. <i>Registro fotográfico presencia de residuos sólidos, área de influencia</i>	100
Figura 27. <i>Registro fotográfico captaciones de agua en fuente hídrica, área de influencia</i> .	101
Figura 28. <i>Registro fotográfico afectaciones sobre el suelo, área de influencia</i>	101
Figura 29. <i>Registro fotográfico afectaciones sobre el recurso aire, área de influencia</i>	103
Figura 30. <i>Registro fotográfico afectaciones sobre el recurso flora, área de influencia</i>	105
Figura 31. <i>Animales identificados, visitas oculares área de influencia</i>	106
Figura 32. <i>Etapas aplicables para este proyecto de restauración ambiental</i>	118

Resumen

La evaluación de la calidad del agua de la fuente hídrica Ciénaga San Silvestre, en la desembocadura de la quebrada El Zarzal, en jurisdicción del municipio de Barrancabermeja - Santander, se realizó mediante la aplicación de tres procesos metodológicos donde se evidenciaron tres importantes resultados el primero fue el identificar las principales características bióticas y abióticas presentes en el área de influencia de la quebrada y la ciénaga, donde se obtuvo un diagnóstico primario del ecosistema que allí predomina; posteriormente, se evaluó mediante una caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica dichos cuerpos de agua en su confluencia, con el fin de determinar los índices de calidad del agua. Como tercera y última etapa se identificaron los impactos ambientales que soporta esta zona, para así plantear medidas técnicas de restauración ambiental con el objetivo de preservar los recursos naturales de esta área natural. Todo ello permitió reconocer la relación intrínseca y la influencia que tiene la química con el estado que presenta un hábitat en particular.

Palabras claves: calidad del agua, caracterización fisicoquímica, ecosistema, fuentes hídricas, hábitat.

Abstract

The evaluation of the water quality of the Ciénega San Silvestre water source, at the mouth of the El Zarzal stream, in the jurisdiction of the municipality of Barrancabermeja - Santander, was carried out through the application of three methodological processes where three important results were evidenced, the first It was to identify the main biotic and abiotic characteristics present in the area of influence of the ravine and the swamp, where a primary diagnosis of the ecosystem that prevails there was obtained; Subsequently, these bodies of water at their confluence were evaluated through a physicochemical, microbiological and hydrobiological characterization, in order to determine the water quality indices. As a third and last stage, the environmental impacts that this area supports were identified, in order to propose technical measures for environmental restoration with the aim of preserving the natural resources of this natural area. All this allowed us to recognize the intrinsic relationship and the influence that chemistry has with the state of a particular habitat.

Keywords: water quality, physicochemical characterization, ecosystem, water sources, habitat.

Introducción

En el desarrollo de la presente investigación, es necesario señalar la importancia tan apremiante que tiene el recurso agua para cualquier comunidad en el desarrollo de sus labores diarias, siendo este el más importante de todos, por ser catalogado como uno de los gestores en el proceso de continuidad de la vida para cualquier ser vivo, este recurso se ve afectado por diversas problemáticas que lo tienden a disminuir en cantidad y calidad, como la falta de cuidado y buen manejo por parte de los que nos abastecemos del preciado líquido, la tala de árboles, la contaminación de suelos, el cambio de cauce de ríos y quebradas, y la mega minería e industrialización.

Por ello se hace necesario establecer actividades que promuevan el cuidado del recurso agua, y la cantidad de agua que debe ser utilizada por los individuos, debido a esto se implanta una metodología que exige como primera medida desarrollar un diagnóstico ambiental del lugar, donde se puedan conocer todas las características más influyentes de los individuos y del medio ambiente, que rodea la desembocadura de la quebrada el Zarzal, sobre la ciénaga san Silvestre, como segundo paso evaluar las características fisicoquímicas microbiológicas e hidrobiológicas del área de influencia de los dos cuerpos hídricos, como última medida proponer medidas de restauración ambiental para brindar herramientas de apoyo en la mitigación de los impactos ambientales presentes.

Este proceso de estudio se constituye en un precedente informativo, enfocado a la evaluación química de los impactos ambientales, fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos, que está soportando el área de influencia de la quebrada el Zarzal sobre la ciénaga San Silvestre, para la formulación de una línea base, que permita la identificación y

análisis de eventos negativos, con el objetivo de mitigar y mejorar el estado actual del medio y la calidad de vida de las personas que allí habitan.

Planteamiento del Problema

Los cuerpos de agua como precursores de vida en el planeta, se encuentran actualmente amenazados y en vía de extinción, debido a los múltiples impactos ambientales negativos que deben soportar por el desarrollo de procesos antropogénicos de industrialización que no tienen en cuenta un desarrollo sostenible. Tal es el caso de la fuente hídrica Ciénaga San Silvestre en jurisdicción del municipio de Barrancabermeja Santander, siendo esta la precursora de la confluencia de nueve microcuencas. Este cuerpo de agua léntico presenta varias problemáticas, siendo una de las más importantes la presencia de diferentes puntos de vertimientos destacándose entre ellos la quebrada El Zarzal. (Suárez, Quintero, & Prada, 2018).

El efluente de la corriente hídrica quebrada El Zarzal sobre la Ciénaga San Silvestre, trae consigo una cantidad de componentes de impacto ambiental como, vertidos residenciales, industriales y agropecuarios que alteran la calidad de dicho cuerpo de agua, además de la inadecuada disposición de residuos sólidos por los habitantes más cercanos a su área de influencia, la tala indiscriminada de árboles, la utilización de pesticidas y/o sustancias químicas para la eliminación de la cobertura vegetal, la presencia de vertimientos ilegales y la ausencia de control por parte de las autoridades competentes, tal problemática se agudiza de manera porcentual.

Aunque ya se evidencian diversos efectos ambientales sobre esta zona de estudio de la fuente hídrica Ciénaga San Silvestre, en la desembocadura de la quebrada El Zarzal, es importante considerar que al proponer e implementar medidas de mitigación que sean viables para la restauración de esta zona, la problemática aumentaría debido a la muerte

masiva de especies acuáticas, desaparición de la flora nativa del lugar, alteración de las características fisicoquímicas, microbiológicas e hidrobiológicas naturales del agua, disminución del caudal hídrico, reducción en la calidad del agua, muerte o migración de la fauna silvestre, modificación del entorno y problemas sociales entre las comunidades del sector.

El desarrollo de este proyecto buscó identificar de una manera técnica a partir de la caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica del agua, en el área de influencia de la quebrada El Zarzal, los diferentes impactos que se relacionan entre sí y plantear medidas de restauración ambiental para dicho sector. Este análisis direccionó a la siguiente pregunta específica:

¿La evaluación de la calidad del agua de la fuente hídrica Ciénaga San Silvestre, en la desembocadura de la quebrada El Zarzal en jurisdicción del municipio de Barrancabermeja – Santander, mediante la caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica de la fuente de agua, permite garantizar que los procesos de recuperación que se propongan sean viables?

Justificación

Santander es uno de los departamentos de Colombia caracterizado por la gran riqueza natural; al dar un vistazo por los municipios cercanos a la capital santandereana, se pueden identificar espléndidos paisajes, diferentes especies de fauna y flora, y algunos cuerpos hídricos que presentan características aceptables para el consumo humano o la actividad recreativa.

La Ciénaga San Silvestre es un bioma acuático que aporta una gran variedad de servicios ecosistémicos que constituyen un importante patrimonio natural para el Magdalena Medio, sin embargo, la sobreexplotación y degradación de los recursos naturales a la que ha estado sometida esta fuente hídrica, ha generado cambios y diversas perturbaciones en la estructura medioambiental de la región (Suárez, Quintero, & Prada, 2018).

La quebrada El Zarzal es uno de los afluentes que tributan sus aguas a la Ciénaga San Silvestre, tras su recorrido por un extenso cauce dentro del perímetro rural del municipio de Barrancabermeja, arrastrando con ello un sinnúmero de componentes físicos, químicos y microbiológicos provenientes de actividades industriales, agropecuarias y residenciales que posteriormente se entregarán a dicho cuerpo de agua lenticó (Suárez, Quintero, & Prada, 2018).

Esta situación acarrea un gran desequilibrio ambiental, que se mitigó con la puesta en marcha de la metodología planteada en este proyecto aplicado, el cual se enfocó desde un segmento de la Química analítica como lo es la Química Ambiental, permitiendo así la caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica del recurso agua, que acompañada de la identificación de los impactos ambientales más apremiantes de la zona para los demás recursos naturales y el planteamiento de medidas técnicas de restauración ambiental para el área de influencia de la quebrada El Zarzal sobre la Ciénaga San Silvestre, con el objetivo de preservar los recursos naturales de esta zona.

Se generaron beneficios hacia los componentes ambientales, sociales y económicos, mediante la articulación de una metodología consecutiva para la identificación de la riqueza natural y de los impactos ambientales de la zona, que debido a las actividades antropogénicas desarrolladas generan desequilibrios a los recursos naturales presentes en dichos ecosistemas, esto también promovió un crecimiento científico dentro de las áreas de conocimiento que se aplican en la química analítica y química ambiental, y el planteamiento de medidas técnicas de restauración ambiental, mediante la inclusión de tecnologías limpias lo cual fomentó la protección del recurso agua, todo ello dignificando la calidad de vida de la comunidad y mejorando el estado del entorno natural.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la calidad del agua de la fuente hídrica Ciénaga San Silvestre, en la desembocadura de la quebrada El Zarzal en jurisdicción del municipio de Barrancabermeja - Santander.

Objetivos Específicos

Determinar las características bióticas y abióticas presentes en el área de influencia de la quebrada El Zarzal sobre la Ciénaga San Silvestre, para obtener un diagnóstico primario del ecosistema que allí predomina.

Realizar la Caracterización fisicoquímica (FQ), microbiológica (MB) e hidrobiológica (HB) en el área de influencia de la quebrada El Zarzal sobre la Ciénaga San Silvestre, con el fin de determinar los índices de calidad de dichas aguas.

Proponer medidas técnicas de restauración ambiental para el área de influencia de la quebrada El Zarzal sobre la Ciénaga San Silvestre, a partir de la identificación de impactos ambientales, con el fin de preservar los recursos naturales de esta zona.

Marco Referencial

Marco Teórico

Catenegeomórfica

Es la ciencia que relaciona el paisaje, el mapeo y la estructura del suelo desde su formación. Basado en la topografía para la formación originaria del suelo, las relaciones intrínsecas entre la geología y el relieve, la disminución en el drenaje de los suelos en las posiciones del paisaje más baja, y los procesos de formación suelo - paisaje activos, con relación a los procesos de erosión, depositación y transporte de compuestos en las laderas (Jimenez Flores, 2011).

Sistemas Lénticos

Conformados por ciénagas, pantanos y lagunas inundables. En la zona urbana se encuentran las ciénagas Miramar y Juan Esteban; en el área rural encontramos las ciénagas San Silvestre, El Llanito, Brava, Zapatero, Salado, Guadalito, Tierradentro, Sábalo, El Tigre, El Castillo, La Cira, Chucurí (Bueno , 2015).

Sistemas Lóticos

Conformados por ríos, quebradas y caños. Los más representativos ríos del Municipio, son: Magdalena, Sogamoso, La Colorada y el Oponcito, siendo los dos primeros los más importantes desde el punto de vista de la navegabilidad; el Magdalena con capacidad para todo tipo de embarcaciones y el Sogamoso para embarcaciones pequeñas. Existe un gran número de caños y quebradas ubicadas en el área urbana, entre estos tenemos: quebradas Lavanderas, el Zarzal y las Camelias; y los caños: Cardales, Rosario, Palmira, entre otros (Bueno , 2015).

Macroinvertebrados Acuáticos

Son todos aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a la vegetación acuática, troncos y rocas sumergidas. Sus poblaciones están conformadas por platelmintos, insectos, moluscos y crustáceos principalmente. Se les denomina macroinvertebrados, porque su tamaño va de 0.5 mm hasta alrededor de 5.0 mm, por lo que se les puede observar a simple vista (Roldán-Pérez, 2016).

Microalgas Perifíticas

Son importantes para la estructura y el funcionamiento de los ambientes lóticos por ser uno de los principales puntos de entrada de energía; se encargan de la producción de metabolitos orgánicos que alimentan diversos organismos en la red trófica, contribuyen con más del 70 % de la materia orgánica a la productividad total de los ecosistemas acuáticos, presentan altas tasas de reciclaje de nutrientes y proporcionan abrigo y alimento a varios tipos de organismos, principalmente a peces (Loricados) y macroinvertebrados acuáticos. Las algas perifíticas constituyen un buen indicador biológico debido a su sensibilidad a variaciones ambientales (Gordillo-Guerra, 2020).

Plancton

Es una comunidad acuática que se desarrolla en la columna de agua a merced de las corrientes, se compone de fitoplancton (microalgas autótrofas) zooplancton (protozoos, rotíferos y microcrustáceos). Las poblaciones fitoplánctónicas sufren fluctuaciones cualitativas y cuantitativas a lo largo del año, evidentes en diferentes escalas espacio temporales asociadas a cambios en los factores ambientales, estacional, interanual, variación dentro y entre los lagos y lagunas. En términos generales, puede decirse que, en las zonas templadas, el número de individuos y biomasa del fitoplancton son bajos en invierno, cuando las temperaturas e

intensidades de luz también son bajas; contrarias a los trópicos, donde se tienen temperaturas y luminosidad relativamente constantes a lo largo de todo el año (Morales, 2017).

Macrófitas Acuáticas

Son plantas que habitan en ambientes acuáticos e inundables. Estas han desarrollado diversas adaptaciones que permiten el desarrollo, crecimiento, e incluso la reproducción bajo condiciones de inundación permanente. La distribución de las macrófitas acuáticas depende de factores como la topografía, la geología y el clima, además de eficaces mecanismos para dispersar sus semillas o propágulos; el éxito de dispersión a grandes distancias en las plantas acuáticas ha sido facilitado por tolerancias ecológicas y la plasticidad a diferentes condiciones; el establecimiento se atribuye en gran parte al crecimiento clonal y la abundancia de rizomas. Junto con el fitoplancton y perifiton, las macrófitas acuáticas son los productores primarios de los ecosistemas lacustres. La dinámica trófica y disponibilidad de microhábitats depende por tanto de la cobertura y diversidad de las plantas acuáticas, las cuales además contribuyen indirectamente a los ciclos de nutrientes por la liberación de materia orgánica disuelta que, a su vez, da soporte a la actividad de bacterias fijadoras de nitrógeno (Montaño, 2013).

Índices de Contaminación

La valoración de los índices de contaminación se define mediante un rango de 0.0 a 1.0 y corresponden al valor promedio de las variables elegidas; índices próximos a cero (0.0) reflejan baja contaminación e índices cercanos a uno (1.0) reflejan posible contaminación de origen antrópico o natural a las fuentes hídricas evaluadas (Piedrahita J. , 2018).

Tabla 1*Índices de Contaminación contemplados en el análisis*

Índice	Parámetros	Interpretación
ICOMI	Conductividad	0 (baja Contaminación)
	Dureza Alcalinidad	1 (Alta Contaminación)
ICOSUS	Sólidos Suspendidos	0 (baja Contaminación) 1 (Alta Contaminación)
ICOTRO	Fósforo Total	< 0,01 (Oligotrófico) 0,01 – 0,02 (Mesotrofia) 0,02 – 1,0 (Eutrofia) > 1 (Hipertrofia)
ICO pH	pH	0 (baja Contaminación) 1 (Alta Contaminación)
ICOMO	DBO5	0 (baja Contaminación)
	Coliformes Totales % de Saturación de Oxígeno Disuelto	1 (Alta Contaminación)

Fuente. Adaptado de (Piedrahita J. , 2018).

Índice de Calidad del Agua (ICA)

Es el valor numérico que califica en una de cinco categorías, la contaminación 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 (Orjuela & López, 2011).

En las **tablas 2 y 3** 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 2*Variables y ponderaciones para el caso de 5 variables*

Variable	Unidad de Medida	Ponderación
Oxígeno Disuelto (OD)	% Saturación	0,2
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l	0,2
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	0,2
Conductividad Eléctrica (CE)	μ S/cm	0,2
pH	Unidades de pH	0,2

Fuente. (Orjuela & López, 2011).

Tabla 3

Variables y ponderaciones para el caso de 6 variables

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno Disuelto (OD)	% Saturación	0,17
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l	0,17
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	0,17
Nitrógeno total – Fósforo total	-	0,17
Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	0,17
pH	Unidades de pH	0,15

Fuente. (Orjuela & López, 2011).

Los valores optativos que toma el indicador han sido clasificados en categorías, de acuerdo con ellos se califica la contaminación del agua en corrientes superficiales, al cual se le ha asociado un color como señal de alerta, como se muestra en la **tabla 4**.

Tabla 4

Calificación de la contaminación del agua según valores que toma el ICA

Categorías de Valores que Puede Tomar el Indicador	Calificación de la Contaminación 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. (Orjuela & López, 2011).

Evaluación de los Impactos Ambientales

Identificados los impactos que son susceptibles de afectar el medio ambiente, se deben evaluar individualmente, de tal forma que, con base a sus características más fácilmente reconocibles, se pueda valorar su transcendencia ambiental (Guzmán, 2016).

Este método permite una evaluación cuantitativa de los aspectos e impactos ambientales teniendo en cuenta la calificación ambiental (Ca), la cual se obtiene a partir de cinco (5) criterios característicos Clase, Presencia, Duración, Evolución y Magnitud, como se presenta en la siguiente tabla (Guzman , 2016).

Tabla 5*Criterios de Evaluación*

Criterio	Definición
Clase (C)	Hace referencia a las características benéficas o dañinas de un afecto y su calificación es de tipo cualitativo. Positivo. Cuando se considera benéfica respecto del estado previo de la acción. Negativo. Cuando se considera adverso respecto del estado previo de la acción.
Presencia (P)	Existe certeza absoluta de que la mayoría de los impactos se van a presentar, pero otros pocos, tienen un nivel de incertidumbre que debe determinarse. Este criterio valora la posibilidad de que el impacto pueda darse o no, sobre el componente considerado y se califica en término de probabilidad.
Evolución (E)	Califica la velocidad del proceso de desarrollo del impacto, desde que se inicia hasta que alcanza su máximo nivel; se expresa como el tiempo necesario para alcanzar el máximo.
Magnitud (M)	Hace referencia a la intensidad de una perturbación en el área de influencia que se le ha asignado. Puede expresarse en términos de área perturbada, de concentración de sustancia contaminante, del número de personas afectadas, etc.
Duración (D)	Tiempo que supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición, y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción, ocurra esto por medios naturales, o mediante la implementación de medidas correctoras.

Fuente. (Guzman , 2016).

La metodología propone unos valores cuantitativos para calificar cada criterio de impacto, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6*Valoración de los Criterios*

Criterio	Rango	Valor
Clase (C)	Positivo	+
	Negativo	-
Presencia (P)	Cierta	1,0
	Muy Probable	0,7 < 0,99
	Probable	0,4 < 0,69
	Poco Probable	0,2 < 0,39
	No Probable	0,01 < 0,19
Evolución (E)	Muy rápida: Si es < de 1 mes	1,0
	Rápida: Si es < de 12 meses	0,7 < 0,99
	Media: Si es < de 18 meses	0,4 < 0,69
	Lenta: Si es < de 24 meses	0,2 < 0,39
	Muy lenta: Si es > de 24 meses	0,01 < 0,19
Magnitud (M)	Muy alta: > del 80 %	1,0
	Alta: entre 60 y 80 %	0,7 < 0,99
	Media: entre 40 y 60 %	0,4 < 0,69
	Baja: entre 20 y 40 %	0,2 < 0,39
	Muy baja: < del 20 %	0,01 < 0,19
Duración (D)	Muy larga: > de 10 años	1,0
	Larga: > de 7 años	0,7 < 0,99
	Media: > de 4 años	0,4 < 0,69
	Corta: > de 1 año	0,2 < 0,39
	Muy corta: < de 1 año	0,01 < 0,19

Fuente. (Guzman , 2016).

La calificación ambiental es la expresión de la interacción, o acción conjugada, de los criterios o factores que caracterizan los impactos ambientales, cuya obtención depende fundamentalmente de la información que se encuentre disponible a partir de la caracterización ambiental de la zona. (Guzman , 2016) En donde se obtiene la calificación del impacto ambiental por medio de la siguiente ecuación.

Ecuación 1. Calificación ambiental.

$$Ca = P [7.0* E* M +3.0* D]$$

Fuente: (Guzman , 2016).

Dónde;

Ca= Calificación ambiental

P= Presencia

E= Evolución

M= Magnitud

D= Duración

La evaluación ambiental, proporcionó evidencias que permitieron valorar los impactos ambientales o efectos potenciales de las diferentes actividades que en la agroindustria de la palma de aceite ocasionan a los componentes bióticos, abióticos y socioculturales del entorno donde se desarrollan. De igual forma este análisis contribuye a la toma de decisiones, para la planificación de estrategias de restauración ambiental en dicha área de estudio (Guzman , 2016).

De acuerdo, con las calificaciones asignadas individualmente a cada criterio, el valor absoluto de Ca será mayor que cero y menor que o igual a 10. El valor numérico obtenido por medio de la ecuación determina la importancia del impacto ambiental. (Guzman , 2016).

Tabla 7*Calificación del impacto*

Calificación Ambiental (puntos)	Importancia del Impacto Ambiental
≤ 2.5	Poco significativo o irrelevante
>2.5 y ≤ 5.0	Moderado
> 5.0 y ≤ 7.5	Significativo
> 7.5	Muy Significativo

Fuente. (Guzman , 2016).

Metodología

Diseño Metodológico

Tipo de Investigación

Los tipos de investigación relacionados al desarrollo de este proyecto son los exploratorios, experimentales y descriptivos, debido a que se enfocan en el cumplimiento de los objetivos mediante la ejecución de fases de trabajo. Para esto se necesita como primera medida la búsqueda de información primaria (visitas de campo) y secundaria (documentación física y magnética), relacionada a los diferentes conceptos y/o variables que puedan ser analizados y descritos en relación con la temática en estudio. Todo ello con el fin de formular las estrategias de restauración, ajustadas a las características de la oferta ambiental, al ecosistema natural de la zona y a los factores limitantes de los procesos de restauración, preservando así los recursos naturales de este lugar (Rojas, 2015).

Tipos de Fuentes de Información

Se utilizaron fuentes primarias, siendo estas las que se han presentado una primera vez, las cuales abarcaron los resultados obtenidos mediante la práctica o experiencias de situaciones vividas en las salidas de campo o visitas oculares realizadas. Por otra parte, las fuentes de información secundaria surgieron de estudios primarios que fueron evaluados y se utilizaron como fuente para posteriores estudios, los cuales están orientados al fácil acceso para la identificación de fuentes primarias, y se conforman con base a todo el material bibliográfico existente (Silvestrini & Vargas, 2008).

Para la evaluación de la calidad del agua del punto estudiado, se recolectó información de fuentes primarias y secundarias con base a las visitas de campo al área de influencia, así con en la búsqueda de registros de libros, revista, tesis de grado, normas y páginas de internet.

Enfoque

El enfoque de este proyecto fue tanto cualitativo, puesto que se describieron las diferentes características inmersas en la línea base ambiental de los componentes biótico y abiótico para este sector de estudio. También fue cuantitativo en función de la valoración fisicoquímica, hidrobiológica y ecológica de los impactos ambientales representados en la matriz de las Empresas Públicas de Medellín (EPM). Lo anterior se realizó con el fin de relacionar estos criterios de enfoque para proponer posibles soluciones que implementadas mitiguen la problemática identificada en el área de influencia de estas fuentes hídricas (Monje, 2011).

Fases a Ejecutar

Para el desarrollo de los objetivos planteados en este proyecto de grado, se establecieron las siguientes fases:

Fase 1. Características Bióticas y Abióticas. Mediante visitas de campo, se identificaron diversas características bióticas y abióticas de la zona de estudio, que cotejadas, con cierta información secundaria, consolidaron el estudio ejecutado en este apartado.

Fase 2. Caracterización Hídrica. Se, desarrollaron las siguientes actividades:

- Ubicación de Coordenadas en cada Punto de Muestreo. Área de influencia de la quebrada El Zarzal sobre la Ciénaga San Silvestre. Los puntos para realizar la toma de muestra de agua fueron: la intercepción entre los dos cuerpos hídricos, 200 metros aguas arriba y 200 metros aguas abajo del punto de intercepción.
- Toma de muestras de agua integradas en el punto de intercepción entre los dos cuerpos hídricos, 200 metros aguas arriba y 200 metros aguas abajo de la intercepción. La recolección de las muestras al ser integradas se tomó en tres

puntos (en las orillas y en el punto medio de las mismas) en función del trayecto horizontal (ancho) de la película de agua.

- Medición de parámetros *In-Situ* . pH, temperatura, sólidos sedimentables, conductividad y oxígeno disuelto. La medición de parámetros in situ se realizó con un equipo multiparamétrico (que posee una o varias sondas) en un volumen considerable de agua captada en un valle limpio, de donde se tomaron las alícuotas necesarias para realizar las mediciones. La lectura de los valores se realizó de forma inmediata luego de ser tomada la muestra.
- Toma de muestras fisicoquímicas y microbiológicas. Grasas & aceites, alcalinidad, dureza total, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, sólidos totales, Coliformes fecales, Coliformes totales, DBO₅, DQO, fósforo total, nitrógeno total, los cuales son necesarios para calcular el valor de los índices de calidad y contaminación del agua (ICA, ICOS).
- Toma de muestras hidrobiológicas (Macroinvertebrados, fitoplancton, zooplancton, perifiton y bentos), estas se realizaron en la intercepción entre los dos cuerpos hídricos, 200 metros aguas arriba y 200 metros aguas abajo del punto de intercepción.
- Análisis de las muestras recolectadas, en el laboratorio.
- Correlacionar las variables fisicoquímicas, microbiológicas e hidrobiológicas, para determinar los Índices de Contaminación (ICOS) e Índice de Calidad del agua (ICA) con base en los parámetros evaluados en los puntos de muestreo ya determinados para las fuentes hídricas estudiadas.

- Comparar los resultados fisicoquímicos y microbiológicos con el Decreto 1076 de 2015 en para definir los posibles usos del agua según sus características fisicoquímicas y microbiológicas.
- El monitoreo fisicoquímico, microbiológico e hidrobiológico, se realizó en una fecha calendario, en jornada diurna y temporada seca, tomando jornadas representativas (mañana y tarde).

Fase 3. Medidas de Restauración. Se realizaron visitas de inspección al área de influencia de estas fuentes hídricas, para identificar los diferentes impactos que allí se presentan, y plasmarlos en una matriz de impactos ambientales mediante la metodología EPM, para finalmente, proponer medidas de compensación y/o restauración ambiental, mediante una matriz para los impactos identificados.

Resultados y Análisis de Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos con el desarrollo metodológico por fases.

Fase 1. Características Bióticas y Abióticas

La descripción de las características bióticas y abióticas del área de influencia de la quebrada el Zarzal – Ciénaga San Silvestre en sus 200 metros aguas arriba y aguas abajo para este estudio, relacionaron el análisis de la información identificada en las visitas de campo, junto con el cotejo de la recopilación documental contenida en la múltiple literatura consultada, donde a su vez, los diferentes profesionales que acompañaron este proceso enriquecieron la siguiente caracterización:

Línea Base Abiótica

Agua

Localización Geográfica municipio de Barrancabermeja. Barrancabermeja se encuentra ubicada en la Provincia de Mares, al occidente del departamento de Santander, en el centro de Colombia en la ronda oriental del Río Magdalena, se dispersa sobre este gran valle, bañado por los ríos Sogamoso, La Colorada y Opón, con una latitud Norte de 7° 03' 48"; una Longitud Oeste de 73° 51' 50" y con una altitud de 75.94 metros sobre el nivel del mar. Este municipio se encuentra dentro de la cuenca Hidrográfica del Magdalena Medio. Presenta dos sistemas de ciénagas y diversos caños y quebradas; como son las Ciénagas San Silvestre, El Llanito, Zapatero, Juan Esteban y Opón, las quebradas El Llanito, Cremosa, Zarzal, Vizcaína y los caños El Llanito, San Silvestre y el Tigre (**Bueno , 2015**).

Según (**Bueno , 2015**), la extensión de Barrancabermeja es de 1.347,83 Km², está compuesta por 30,37 Km² de zona urbana y 1.317,46 Km² de área rural, la temperatura fluctúa entre 20°C y 37°C con 28°C de temperatura promedio. Limita al norte con los Municipios de

Puerto Wilches, Sabana de Torres y Girón; al sur Municipios de Puerto Parra, Simacota y San Vicente de Chucurí; al oriente Municipios de San Vicente de Chucurí y Betulia; y al occidente Municipio de Yondó – Antioquia, (Ver figura 1).

Figura 1

Localización Municipio de Barrancabermeja



Fuente. (Hernandez , 2018).

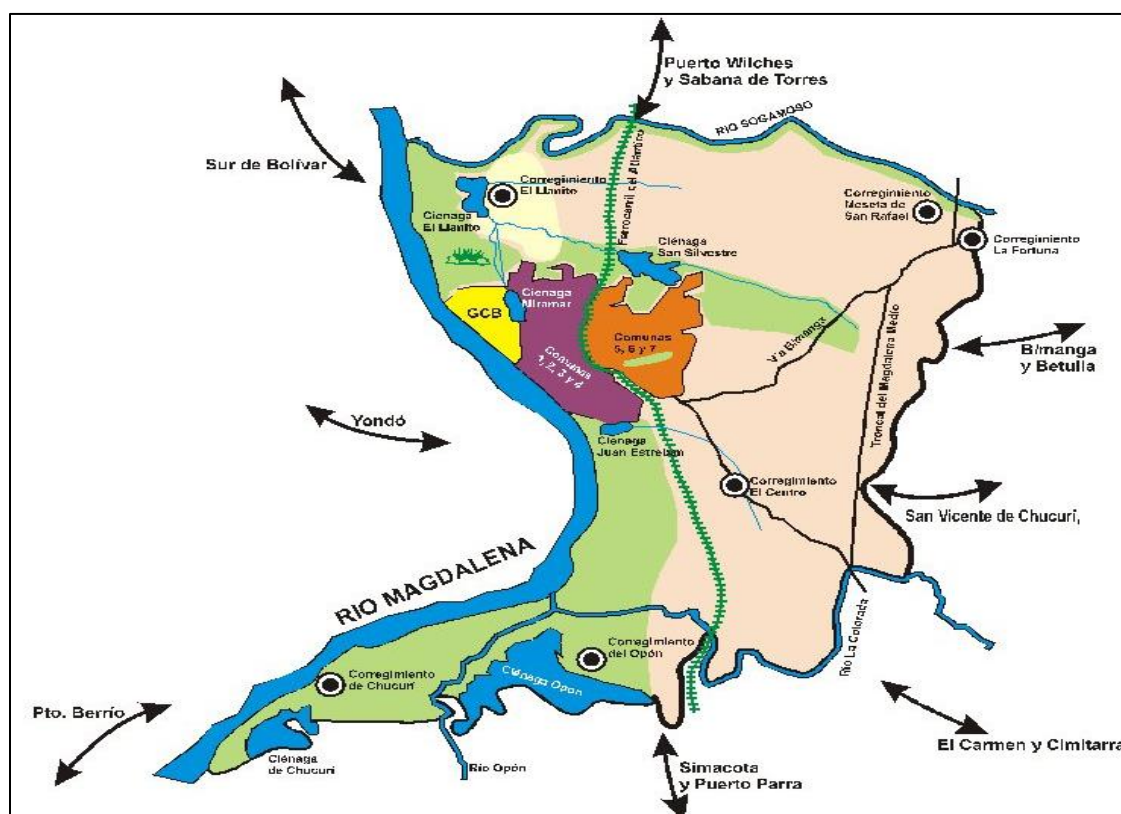
Clasificación de Cuerpos Hídricos en el municipio de Barrancabermeja. En el municipio de Barrancabermeja, se establece el siguiente sistema hídrico, con las corrientes de los ríos Opón, Carare, Chicamocha y Lebrija (Bueno , 2015). La clasificación por cuencas en el Municipio se observa en la **tabla 8**.

Tabla 8*Clasificación de cuencas*

Cuenca	Subcuenca/ microcuenca
Río Magdalena	Río Sogamoso
	Ciénaga San Silvestre/ Llanito, Zarzal, Peroles, Vizcaína
	Caño La Cira
	Río Oponcito

Fuente: (Bueno , 2015).

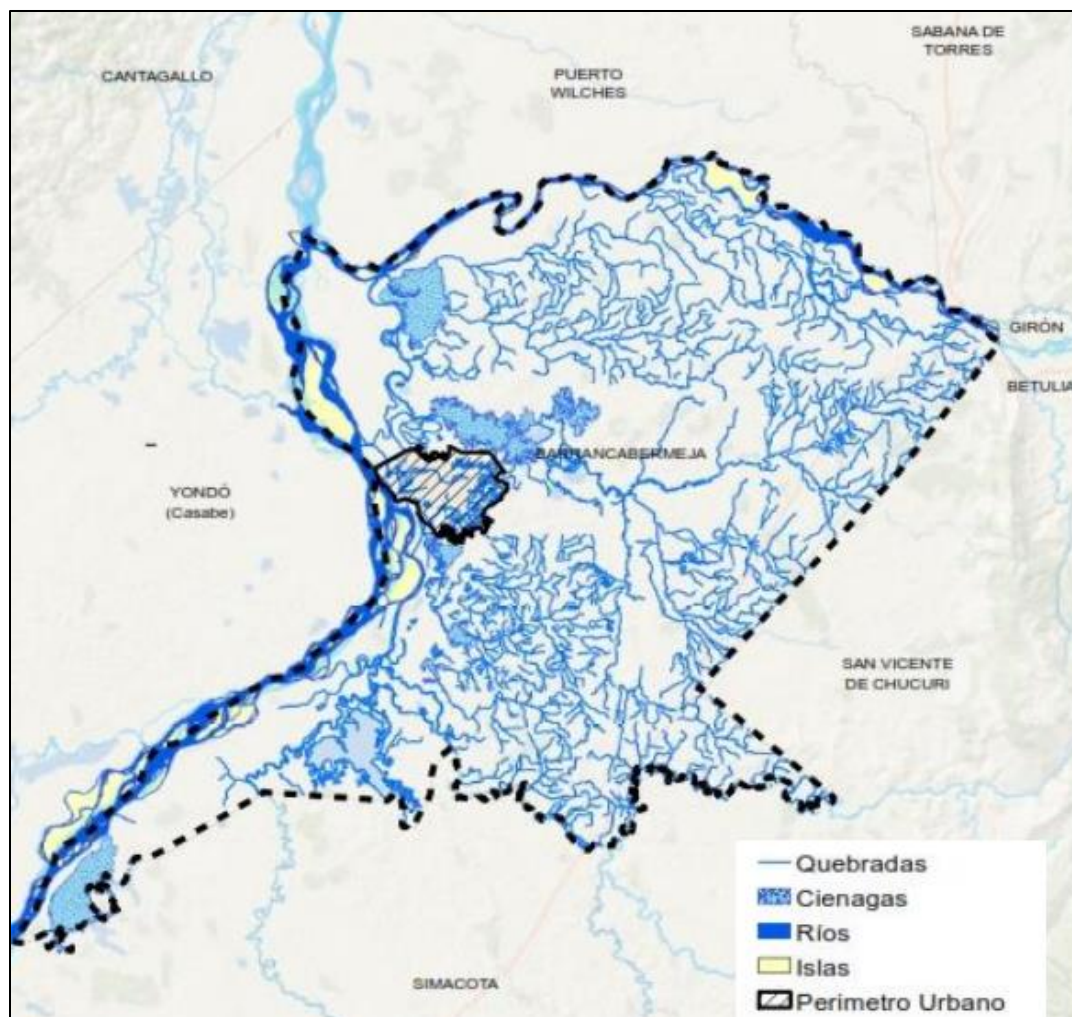
Según (Bayona & Duque, 2018), Barrancabermeja está circundada, de una gran cantidad de cuerpos lénticos y lóticos. El área hidrográfica de la zona norte y noreste del perímetro urbano está controlada por los niveles de la ciénaga el Rosario y ciénaga de San Silvestre, las cuales se comunican a través del caño el rosario; y sus niveles están influenciados por el río Sogamoso, (Ver figura 2 y 3).

Figura 2*Mapa territorial de Barrancabermeja*

Fuente. (Barahona, 2015).

Figura 3

Sistema hidrográfico de Barrancabermeja



Fuente. (Hernandez , 2018).

- **La Ciénaga San Silvestre.** Se encuentra ubicada en un sector inundable, sobre el costado derecho del río Magdalena, en el municipio de Barrancabermeja y a la intercepción del río Sogamoso. Esta ciénaga está constituida por un sistema de cuerpos de agua, que están unidos por diversos caños, representando un área aproximada de 280 hectáreas. Los caños Jeringas y el Llanito tributan a la ciénaga con las aguas procedentes de los terrenos quebradizos de origen petrolero. Este sistema recibe los afluentes de las aguas provenientes de los caños Zarzal, La Tigra, La Vizcaína. Esta ciénaga entrega sus aguas

al río Sogamoso por el caño San Silvestre, el cual a cien metros aproximadamente de su desembocadura, recibe las aguas de la ciénaga El Llanito. Estos humedales se constituyen un sistema amortiguador de las crecientes durante la época de invierno de los ríos Sogamoso y Magdalena siendo importantes para los procesos de refugio y remanso, presentándose la inundación de la cuenca (Bayona & Duque, 2018), (**Ver figura 4 y 5**).

Figura 4

Área de influencia quebrada el Zarzal sobre la Ciénaga San Silvestre



Fuente. Autoría Propia

Figura 5

Puntos de muestreo quebrada el Zarzal sobre la Ciénaga San Silvestre



Fuente. Autoría Propia

Climatología. Se presentan algunas características climatológicas del municipio de Barrancabermeja, con referencia al año 2015, las cuales representan el área de influencia de este proyecto de investigación:

- Biotemperatura Anual: 24 - 28°C.
- Precipitación Media Anual: 2000 - 4000 mm/año.
- Piso Altitudinal: Tropical.
- Piso Térmico: Cálido.
- Evapotranspiración Potencial: 0,50 – 0,75.
- Provincia de Humedad: Húmedo.
- La zona se caracteriza por un régimen hidroclimático húmedo. (Bueno , 2015)

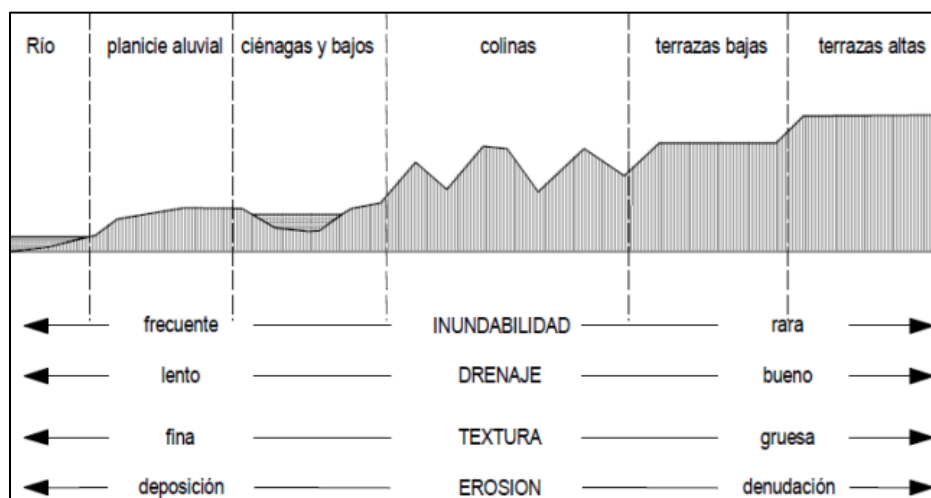
Suelo. Las Rocas sedimentarias que surgen en el valle medio del Magdalena fluctúan en edad entre el Jurásico (hace 200 millones de años) y el Cuaternario (actualmente). La sedimentación marina concluyó a finales del Cretáceo (hace unos 66 millones de años) y con el tiempo la Cordillera Oriental comenzó a elevarse, se estableció en la fuente de los sedimentos continentales del terciario que se depositaron a lo largo de su estructura. El cuaternario está simbolizado por depósitos aluviales que rodean los valles de los ríos Magdalena y el río la Colorada en las zonas extensas, formando llanuras de inundación. La secuencia estratigráfica superficial de forma escarpada presente en el Municipio corresponde al Grupo de la Mesa, el Grupo Real, la Formación Colorado, la Formación Mugrosa y depósitos aluviales recientes **(Bueno , 2015)**.

La catenogeomórfica nos presenta el encadenamiento de las principales geoformas, desde los sectores altos mejor drenados hasta los más bajos y cercanos a las fuentes de agua; este diagrama sigue de oriente a occidente, la siguiente secuencia espacial: terrazas altas, terrazas bajas, colinas, bajos y planicie aluvial. Los suelos mudan desde gruesos y muy drenados en las partes elevadas a finos y con drenaje lento en las partes bajas **(Bueno , 2015)**.

Para contextualizar lo evidenciado en la figura 6, se relaciona que la Catenogeomórfica, es un término aplicado a las diferentes estructuras de formación del suelo como: ríos, planicie aluvial, ciénagas y bajos, colinas, terrazas bajas y terrazas altas; y la distribución espacial de las propiedades del suelo como: la inundabilidad, drenaje, textura y erosión, **(Jimenez Flores, 2011)**.

Figura 6

Catena típica del municipio de Barrancabermeja



Fuente. (Bueno , 2015).

Aire. El municipio de Barrancabermeja evidencia la contaminación atmosférica habitual de todas las ciudades, producida por las emisiones de CO₂ emitidas por los vehículos, por otra parte, también está expuesto a una constante emanación de humos y gases tóxicos a la atmósfera relacionados a la Industria Petrolera, produciendo contaminación atmosférica porque la empresa libera humos, vapores y material particulado por encima de los valores permisivos (**Barahona, 2015**).

La contaminación atmosférica es una problemática ambiental que afecta a todas las veredas del municipio, ya sean las ubicadas en el área de influencia de las actividades industriales de los hidrocarburos, o por las quemas continuas para la obtención de carbón vegetal, los siguientes datos pertenecen a los registros consignados por Ecopetrol, estos evaluaron las concentraciones máximas de dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado, monóxido de carbono (CO) y oxidantes fotoquímicos como el ozono (O₃),

cuyos niveles máximos fueron establecidos por la normatividad ambiental aplicable (**Barahona, 2015**), (Ver figura 7). Concentración máxima del gas y/o partículas.

- NO_x (μg/m³): 100.
- CO (μg/m³): 15000 en 24h.
- SO₂ (μg/m³): 400.
- Material Particulado (μg/m³): 400 en 24h.

Figura 7

Contaminación del aire, Barrancabermeja - Santander



Fuente. (Ríos, 2018).

Según (Barahona, 2015), la contaminación auditiva en la ciudad de Barrancabermeja está representada por fuentes fijas como restaurantes, bares, centros comerciales y parques. Las fuentes móviles por los vehículos. Esta ciudad se destaca por tener un ambiente festivo, por ello se desarrollan constantemente eventos, fiestas y celebraciones en las cuales se presentan niveles de ruido elevados, (**Ver figura 8**).

En función a un estudio ejecutado por la corporación autónoma de Santander en el año 2014 se llegó a la síntesis que en las zonas residenciales de Barrancabermeja los niveles de ruido están entre 65 y 70 decibeles lo cual permite determinar que se exceden los niveles máximos permisibles estipulados por el ministerio de ambiente (Barahona, 2015).

Figura 8

Generación de ruido, Barrancabermeja - Santander



Fuente. (González, 2020).

Línea Base Biótica

Flora. Las áreas naturales tanto interiores como exteriores, circundantes al municipio de Barrancabermeja, corresponden en su mayor proporción al relicto de bosque húmedo tropical entre alturas de 90 y 300 msnm, este se caracteriza por un patrón de lluvias bimodal de 2917 mm anuales. La temperatura media se encuentra entre 27 y 29°C; la humedad relativa alcanza valores superiores al 80% y la radiación solar promedio mensual varía de 142 - 223 horas /mes. Según el sistema de clasificación *Holdridge* corresponde a un Bosque Húmedo Tropical (bh - T) y Tropical Húmedo, (Afm) según Koeppen (**Barahona, 2015**).

Entre las especies vegetales establecidas en la zona urbana y en los corregimientos (caseríos), se establecen especies arbustivas y arbóreas. En la siguiente tabla se relacionan las especies vegetales más representativas, (Ver tabla 9 y figura 9).

Tabla 9*Listado de flora identificada en la zona de estudio*

Flora identificada en la zona de estudio				
Nombre común	Nombre científico	Clase	Familia	Género
Campanilla de capote	Codonopsis lanceolata	Traqueofitas	Campanulales	Codonopsis
Árbol de cielo	Ailanthus altissima	Magnoliopsida	Simaroubaceae	Alianthus
Cepillo de ciervo	Ceanothus integerrimus	Traqueofitas	Rhamnaceae	Ceanothus
Anturio	anthurium crystallinum	Liliopsida	Araceae	Anthurium
Falsa acacia	Robinia pseudoacacia	Magnoliopsida	Fabaceae	Robinia
Sello de Salomón	polygonatum verticillatum	Liliopsida	Asparagaceae	Polygonatum
Guaje	Leucaena leucocephala	Magnoliopsida	Fabaceae	Leucaena
Berenjena de frutos peludos	Solanum ferox	Magnoliopsida	Solanaceae	Solanum
Flor de pajarito	Strelitzia nicolai	Liliopsida	Strelitziaceae	Strelitzia
Lícuala espinosa	Licuala spinosa	Liliopsida	Araceae	Licuala
Lotería	dieffenbachia seguine	Liliopsida	Araceae	Dieffenbachia
Falso castaño amarillo	aesculus flava	Magnoliopsida	Sapindaceae	Aesculus
Palma arenga	Arenga wightii	Liliopsida	Arecaceae	Arenga
Helecho lengua de ciervo	Tectaria heracleifolia	Polyppodiopsida	Tectariaceae	Tectaria
Pezuña de buey	Bauhinia forficata	Magnoliopsida	Fabaceae	Bauhinia
Malanga	Xanthosoma roseum	Liliopsida	Araceae	Xanthosoma
Trepadora	Rhaphidophora	Liliopsida	Araceae	Rhaphidophora
Yarumo	Cecropia peltata	Magnoliopsida	Urticaceae	Cecropia
Gallinero	Pithecellobium dulce	Magnoliopsida	Fabaceae	Pithecellobium
Ceiba	Ceiba erianthos	Magnoliopsida	Malvaceae	Ceiba
guayacán	Guaiacum officinale	Magnoliopsida	Zygophyllaceae	<u>Guaiacum</u>
Almendro malabar	Terminalia catappa	Magnoliopsida	Combretaceae	Terminalia
Jipijapa	Carludovica palmata	Liliopsida	Cyclanthaceae	Carludovica
Costilla de adán	Monstera deliciosa	Liliopsida	Araceae	Monstera
Hierba del muro	Parietaria officinalis	Magnoliopsida	Urticaceae	Parietaria
Amor de invierno	chimapila maculata	Magnoliopsida	Ericacea	Chimaphila
Hierba de María	Salvia divinorum	Magnoliopsida	Lamiaceae	Salvia
Veneno de perro	Apocynum androsaemifolium	Magnoliopsida	Apocynaceae	Apocynum
Nogal americano	carya glabra	Magnoliopsida	Juglandaceae	Carya

Fuente. Autoría Propia, adaptado de Barahona, 2015.

Figura 9*Flora identificada en la zona de estudio*

Fuente. Autoría Propia

Fauna. La fauna asociada a la flora del Magdalena Medio ha sufrido el impacto de la deforestación y cambio de uso del suelo por procesos de colonización, más la contaminación y la caza indiscriminada, sin embargo, por ser propia del bosque húmedo tropical es muy diversa (Ver tabla 10), aunque algunas especies presentan vulnerabilidad y fragilidad, razones por la cual están en procesos de extinción. El grupo más abundante es el de las aves con una gran variedad. Igualmente, algunas soportan los procesos de urbanización y se han adoptado a estas nuevas condiciones integrándose como fauna urbana. (Bueno , 2015).

Tabla 10*Listado de fauna identificada en la zona de estudio*

Fauna identificada en la zona de estudio		
Nombre Común	Nombre científico	Familia
Reptiles		
Iguana	Sauria iguana	Iguanidae
Lagartija	Cnemidophorus lemniscatus	Teiidae
Lobo pollero	Ameiva ameiva	Teiidae
Salamanqueja	Gonatodes albogularis	Gekkonidae
Culebra cazadora	Epicrates cenchris	Boidae
Cazadora verde	Lepthohis ahaetulla	Colubridae
Rabo de candela	Micrurus mipartitis	Colubridae
Coral	Micrurus dumerilii	Colubridae
Mamíferos		
Zorro perruno	Dusicyon thous	Canidae
Puerco espín	Coendu sp	Erethizontidae
Ñeque	Dasyprocta punctata	Dasyproctidae
Fara	Didelphis marsupialis	Didelphiidae
Conejo	Silvilagus brasiliensis	Leporidae
Ardilla	Sciuris granatensis	Sciuridae
Murciélagos	Desmodus desmodus	Filostomatidos
Vacas	Bos primigenitus taurus	Bovidae
Caballos	Equus ferus caballus	Equidae
Cerdos	Sus scrofa domestica	Suidae
Aves		
Toche cienaguero	Icterus mesomelas	Icteridae
Turpial	Gymnomystax mexicanus	Icteridae
Mirla	Turdus sp	Turdidae
Colibrí	Colibri coruscans	Throchilidae
Carpintero real	Dryocopus lineatus	Picidae
Garrapatero	Crotophaga ani	Cuculidae
Gavilán pollero	Gampsonyx swainsonii	Accipitridae
Toche	Icterus nigrogularis	Icteridae
Cardenal	Ramphocelus dimidiatus	Thraupidae
Abuelitas	Zenaida auriculata	Columbidae
Chupa huevos	Donacobius atricapillus	Mimidae
Lechuza	Tito alba contempla	Tytonidae
Gallinas	Gallus gallus domesticus	Phasianidae
Azulejo cafetero	Tangara cyanicollis	Thraupidae

Fuente. (Bueno , 2015)

Fase 2. Caracterización FQ, MB e HB

Como procedimiento adicional y para conocer el estado actual del agua que discurre por la fuente hídrica quebrada el Zarzal en su intercepción con la Ciénaga san Silvestre, y en sus 200 metros aguas arriba y aguas abajo, se inició la jornada de caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica, mediante un muestreo integrado el día 05/07/2021. A continuación, se presentan las actividades de alistamiento de materiales, trabajo de campo y reportes de laboratorio con análisis de resultados, las cuales relacionan el desarrollo de dicha caracterización.

Alistamiento de Materiales

Los materiales, herramientas y equipos utilizados en el proceso de caracterización FQ, MB e HB del agua superficial del área de influencia del punto de estudio fueron, (**Ver tabla 11**).

Tabla 11

Lista de equipos y materiales utilizados en campo

Equipos y Materiales	
Muestreo Fisicoquímico - Microbiológico	
Ítem	Ítem
Medidor Multiparamétrico	Recipiente Plástico: 0,5 L – 1 L – 2 L - 0,25 L
Oxímetro	Bolsas esterilizadas
Turbidímetro/Cloro Libre-Total	Recipientes Ámbar plástico 1 L - 0,5 L
Termómetro	Recipientes Ámbar vidrio: 0,25 L -0,5 L -1 L
Cono Imhoff	Recipientes Vidrio Boca Ancha 0,5 L -1 L
Soportes para Conos	Frasco Lavador
Nevera de icopor	Baldes
Kit de preservación y patrones de calibración	Recipientes Aforados
Probetas 1 L - 0,5 L	Jarra Medidora 0,5 L -1 L
Tiras de papel indicador de pH	Equipo de filtración
Muestreo Hidrobiológico	
Ítem	Ítem
Botella Van Dorn	Red de arrastre
Draga Ekman	Nasa
Draga van Veen	Red Surber
Disco Secchi	Red Fitoplancton
Bolsas herméticas	Red Zooplancton
Recipientes Plástico Boca Ancha 0,25 L – 0,5 L	Kit de preservación
Recipientes Ámbar 0,25 L	Cuadrante 0,05 m x 0,05 m - cepillo
Elementos Auxiliares	
Ítem	Ítem
Calculadora	Lanilla
Cinta métrica	Manilas/Lazos
Cinta Transparente	Bridas plásticas

Equipos y Materiales	
Tubos extensores	Hojas de vida equipos
Formatos y tabla de campo	Bolsas Rojas (Residuos Peligrosos)
Cámara Fotográfica	Bolsas Negras (Residuos Ordinarios)
GPS	Bolsos de campo
Cinta de Señalización	Macheta
Bloqueador Solar	Herramientas de mano
Punto de encuentro	Planilla seguridad social
Repelente	Botiquín canguro
Elementos de Protección Personal	
Ítem	Ítem
Botas de caucho -seguridad	Guantes de Nitrilo cortos y largos
Gafas de Seguridad	Guantes Vaqueta
Casco de seguridad con barbuquejo	Tapa Oídos
Chaleco reflectivo	Mascara de vapores con cartuchos
Chaleco Salvavidas	Poncho impermeable
Escafandra protectora para cuello	Tapabocas

Fuente. Autoría Propia

Trabajo de Campo

La actividad inicial al llegar a campo es el reconocimiento del lugar de muestreo, mediante la búsqueda de las coordenadas en el GPS, posteriormente la ubicación de un lugar adecuado para descargar el material de trabajo e iniciar las labores, (**Ver tabla 12**).

Tabla 12

Identificación y ubicación de puntos de muestreo

Identificación	Georreferenciación		
	Norte	Este	Altura (msnm)
Punto 1. 200 metros aguas arriba de la intercepción.	07° 05' 5.25"	73° 48' 7.91"	92
Punto 2. Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga San Silvestre	07°05'5.30"	73°48'19.70"	89
Punto 3. 200 metros aguas abajo de la intercepción.	07°05'15.65"	73°48'23.58"	84

Fuente. Autoría Propia

Muestreo Físicoquímico. La ejecución del muestreo físicoquímico y microbiológico, incluye como actividades primarias la descripción de características generales de cada punto de muestreo y la medición de parámetros *in-situ*.

Punto de Muestreo 1 - 200 Metros Aguas Arriba de la Intercepción

- Descripción de características generales

Tabla 13

Información General, 200 metros aguas arriba de la intercepción

Características Generales Punto de Muestreo 1		
	Coordenadas geográficas	Norte: 07° 05' 5,25" Este: 73° 48' 7,91"
		Altura: 92
	Tipo de fuente	quebrada
	Condiciones climáticas	Nublado
	Nubosidad	6/8
	Condiciones organolépticas	Olor: inodoro Color: café claro
	Vegetación del entorno	Bosque, matorral y pastizal
	Uso del suelo	Agropecuario y reserva
	Exposición en el punto de muestreo	Abierta
	Tipo de Sustrato	Piedra, arena y lodo
Condición del sustrato	Restos vegetales	
Fecha del muestreo	5 julio 2021	

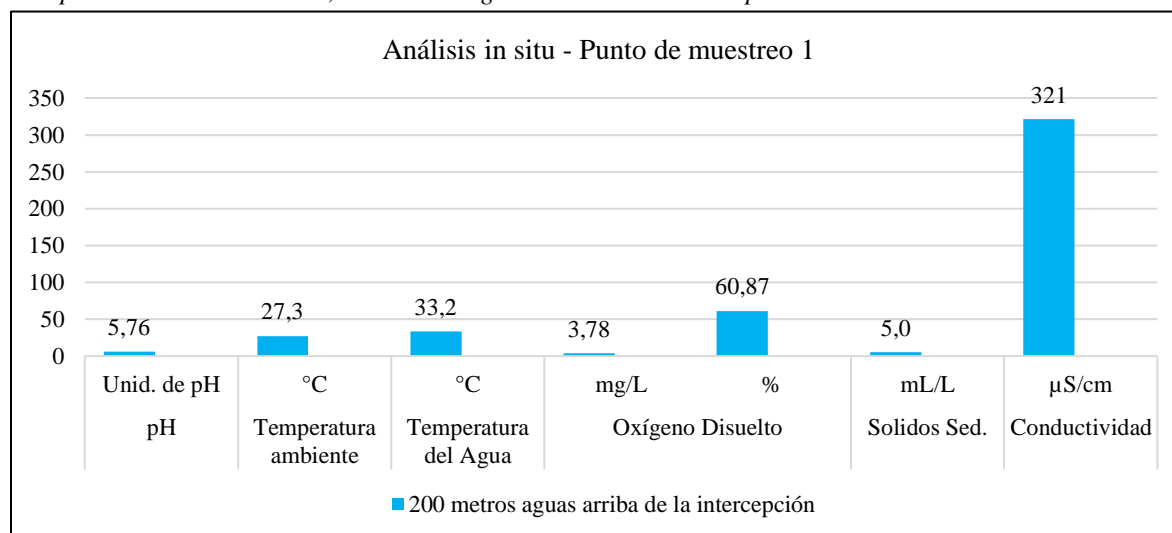
Observaciones: Cuerpo de agua superficial lotico, se ubica en la quebrada Zarzal, alrededor del punto se observa la presencia de vegetación arbórea y arbustiva. El agua no presenta olores ofensivos. Se realiza muestreo integrado a las 8:45 am.

Fuente. Autoría Propia

- Parámetros *in-situ*

Figura 10

Comportamiento datos *in situ*, 200 metros aguas arriba de la intercepción



Fuente. Autoría Propia

Según la **figura 10**, los resultados obtenidos de los parámetros analizados *in situ*, para el punto de muestreo 1 (200 metros aguas arriba de la intercepción) indican una temperatura típica de aguas naturales superficiales, siendo acorde a las condiciones climáticas del lugar. El pH refleja un resultado ligeramente ácido, estando dentro del rango límite permisible establecido para la calidad de agua cruda (5,0 – 9,0). La conductividad presenta valor de 321 $\mu\text{s}/\text{cm}$, estando por debajo de lo establecido al límite máximo aceptable (2000 $\mu\text{s}/\text{cm}$) en relación con las fuentes hídricas de sabana. La concentración de oxígeno disuelto para este punto de muestreo es inferior a los 4,0 mg/L, lo cual no brinda óptimas condiciones para el desarrollo de vida de organismos acuáticos. Los sólidos sedimentables presentan valor de 5,0 mL/L, los cuales son representativos en función de causar afectación sobre el cuerpo de agua (Gualdrón, 2016).

- **Registro fotográfico**

Tabla 14

Registro fotográfico muestreo FQ, 200 metros aguas arriba de la intercepción

Registro fotográfico Punto de muestreo 1		
Caracterización fisicoquímica		
Medición de parámetros <i>in situ</i>	Toma de muestra	Medición de sólidos sedimentables
		


Fuente. Autoría Propia

Punto de muestreo 2 - Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga San Silvestre

- Descripción de características generales

Tabla 15

Información General, Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga san Silvestre

Características Generales punto de muestreo 2	
	Coordenadas geográficas
	Norte: 07°05'5.30''
	Este: 73.48°19.70
	Altura: 89
	Tipo de fuente
	quebrada - Ciénaga
	Condiciones climáticas
	Soleado
	Nubosidad
	2/8
Condiciones organolépticas	
Olor: inodoro	
Color: Amarilla barrosa	
Vegetación del entorno	
Bosque, matorral y pastizal	
Uso del suelo	
Agropecuario y reserva	
Exposición en el punto de muestreo	
Abierta	
Tipo de Sustrato	
Piedra, arena y lodo	
Condición del sustrato	
Restos vegetales	
Fecha del muestreo	
5 julio 2021	

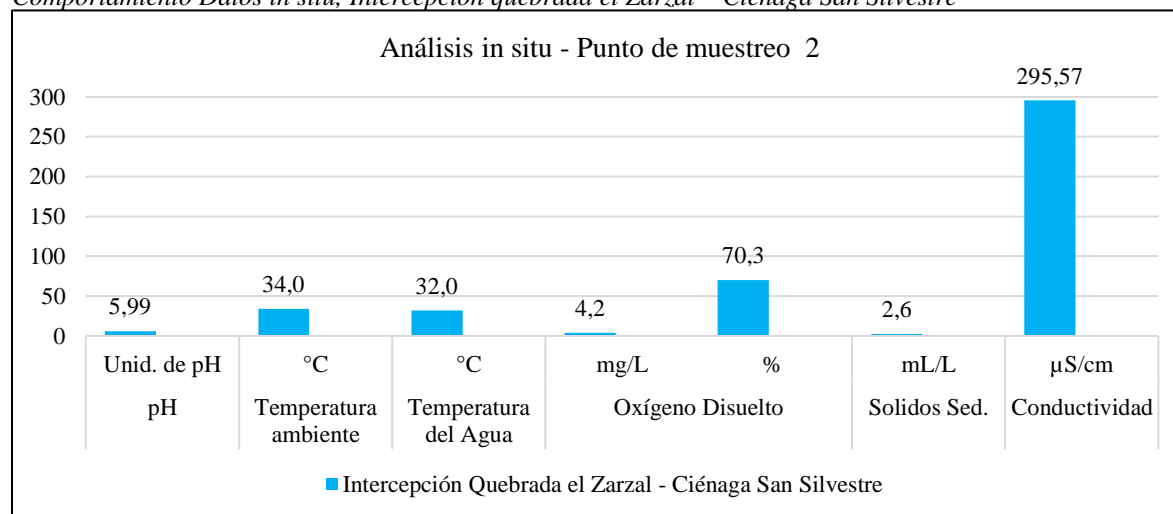
Observaciones: Cuerpo de agua superficial léntico, sobre la superficie del cuerpo de agua se observa una capa color verde. Además, de la presencia de vegetación a sus alrededores y una vivienda a un costado del mismo. Se realiza muestreo integrado a las 10:51 am.

Fuente. Autoría Propia

- Parámetros *in situ*

Figura 11

Comportamiento Datos *in situ*, Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga San Silvestre



Fuente. Autoría Propia

Según la **figura 11**, los resultados obtenidos de los parámetros analizados *in situ*, para el punto de muestreo 2 (Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga San Silvestre) indican lo siguiente: El valor de la temperatura tipifica la clase de agua superficial analizada, Así mismo este valor se encuentra dentro del rango óptimo ($< 35\text{ }^{\circ}\text{C}$) establecido para el normal desarrollo de la biota acuática. El pH refleja un resultado ligeramente ácido, estando dentro del rango límite permisible establecido para la calidad de agua cruda (5,0 – 9,0). La conductividad presenta valor de $295,57\text{ }\mu\text{s/cm}$, estando por debajo de lo establecido al límite máximo aceptable ($2000\text{ }\mu\text{s/cm}$) en relación con las fuentes hídricas de sabana. La concentración de oxígeno disuelto para este punto de muestreo es superior a los $4,0\text{ mg/L}$, lo cual corresponde a un nivel adecuado para el desarrollo de la vida acuática con relación a peces u otros organismos. Los sólidos sedimentables presentan valor de $2,6\text{ mL/L}$, los cuales son representativos en función de causar afectación sobre el cuerpo de agua (Gualdrón, 2016).

- **Registro fotográfico**

Tabla 16

Registro fotográfico muestreo FQ, Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga san Silvestre

Registro fotográfico Punto de muestreo 2		
Caracterización fisicoquímica		
Medición de parámetros <i>in situ</i>	Toma de muestra	Medición de sólidos sedimentables
		


Fuente. Autoría Propia

Punto de Muestreo 3 - 200 Metros Aguas Abajo de la Intercepción

- Descripción de características generales

Tabla 17

Información General, 200 metros aguas abajo de la intercepción

Características Generales punto de muestreo 3	
	Coordenadas geográficas
	Norte: 7°05'15.65''
	Este: 73°48'23.58''
	Altura: 84
	Tipo de fuente
	Ciénaga
	Condiciones climáticas
	Nublado
	Nubosidad
	5/8
	Condiciones organolépticas
	Olor: inodoro
	Color: café claro
Vegetación del entorno	
Arbórea y arbustiva.	
Uso del suelo	
Agropecuario y reserva	
Exposición en el punto de muestreo	
Abierta	
Tipo de Sustrato	
Piedra, arena y lodo	
Condición del sustrato	
Restos vegetales	
Fecha del muestreo	
5 julio 2021	

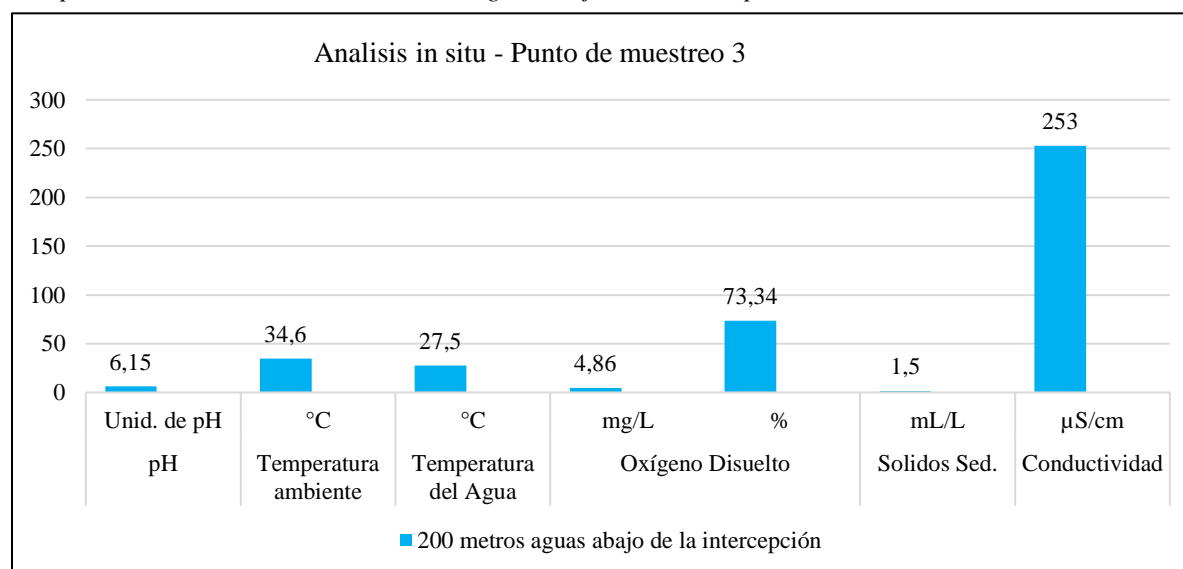
Observaciones: Cuerpo de agua superficial lentico, presenta coloración marrón, turbia y presencia de plantas acuáticas. Cerca al punto de muestreo hay viviendas, vegetación arbórea y arbustiva. actividad pesquera en el área. Se realiza muestreo integrado a las 12:33 pm.

Fuente. Autoría Propia

Parámetros *in situ*

Figura 12

Comportamiento Datos *in situ*, 200 metros aguas abajo de la intercepción



Fuente. Autoría Propia

Según la **figura 12**, los resultados obtenidos de los parámetros analizados *in situ*, para el punto de muestreo 3 (200 metros aguas abajo de la intercepción) indican lo siguiente: La temperatura es típica de aguas naturales superficiales, siendo acorde a las condiciones climáticas del lugar. El pH refleja un resultado ligeramente ácido, estando dentro del rango límite permisible establecido para la calidad de agua cruda (5,0 – 9,0). La conductividad presenta valor de 253 $\mu\text{s}/\text{cm}$, estando por debajo de lo establecido al límite máximo aceptable (2000 $\mu\text{s}/\text{cm}$) en relación con las fuentes hídricas de sabana. La concentración de oxígeno disuelto para este punto de muestreo es superior a los 4,0 mg/L, lo cual brinda óptimas condiciones para el desarrollo del ecosistema acuático. Los Sólidos sedimentables presentan valor de 1,5 ml/L, los cuales son representativos en función de causar afectación sobre el cuerpo de agua (Gualdrón, 2016).

- **Registro fotográfico**

Tabla 18

Registro fotográfico muestreo FQ, 200 metros aguas abajo de la intercepción

Registro fotográfico punto de muestreo 3		
Caracterización fisicoquímica		
Medición de parámetros <i>in situ</i>	Toma de muestra	Medición de sólidos sedimentables
		

Fuente. Autoría Propia

Muestreo Hidrobiológico. El muestreo hidrobiológico en el área de influencia de la intercepción de la quebrada el Zarzal y la Ciénaga San silvestre, en sus 200 metros aguas arriba y aguas abajo, se relacionan a continuación:

Tabla 19*Metodología de caracterización de macroinvertebrados*

Caracterización Hidrobiológica – Macroinvertebrados Bentónicos		
200 metros aguas arriba de la intercepción	Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga san Silvestre	200 metros aguas abajo de la intercepción
		

Se recolectaron muestras integradas colocando una red Surber marca Biologika® de 300 micras, tamaño 30 cm x 30 cm, en contra de la corriente. En cada punto de muestreo se tomaron mínimo 3 réplicas, ubicadas a lo largo de un trayecto longitudinal de 50 m, de esta forma se precisa el área total de muestreo. Las muestras colectadas en los diferentes ambientes, se integraron y almacenaron en bolsas ziploc. La preservación de la muestra, se realizó agregando solución KEW, en una proporción 1 a 1. Las muestras se revisaron en el laboratorio, bajo estereoscopio y con ayuda de guías y claves taxonómicas, se procedió a su identificación.

Fuente. Autoría Propia, adaptado de LASERTEC, 2021.

Tabla 20*Metodología de caracterización de Perifiton*

Caracterización Hidrobiológica – Perifiton		
200 metros aguas arriba de la intercepción	Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga san Silvestre	200 metros aguas abajo de la intercepción
		

En cada punto de muestreo se realizaron mínimo 4 réplicas, ubicadas a lo largo de un trayecto longitudinal de 50 m, de esta forma se precisa el área total de muestreo. Luego del raspado de las superficies (rocas, troncos, hojas) las muestras de la película adherida al sustrato se depositaron en un recipiente ámbar plástico. Se tomaron muestras en zonas preferiblemente soleadas con baja corriente y que no estuvieran emergidas o se presumiera lo estuvieran recientemente. La muestra se preservó con solución KEW en una proporción de 1:1. Adicionalmente se adicionó Lugol en una proporción de 1 mL por cada 100 mL de muestra.

Fuente. Autoría Propia, adaptado de LASERTEC, 2021.

Tabla 21*Metodología de caracterización de Plancton*

Caracterización Hidrobiológica – Plancton		
200 metros aguas arriba de la intercepción	Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga san Silvestre	200 metros aguas abajo de la intercepción
		

El muestreo del fitoplancton y zooplancton se llevó a cabo utilizando una red de ojo de malla de 23 y 55 micras, respectivamente. Se filtraron de 30 a 50 litros de agua colectada a nivel superficial, esto dependiendo de la turbiedad de la fuente a mayor turbiedad, menor volumen de filtración. Se tomaron muestras a lo largo de un trayecto longitudinal de 50 m, de esta forma se precisa el área total de muestreo. La muestra fue almacenada en recipientes plásticos y preservados con solución KEW en una proporción de 1 a 1.

Fuente. Autoría Propia, adaptado de LASERTEC, 2021.

Tabla 22*Metodología de caracterización de Macrófitas*

Caracterización Hidrobiológica – Macrófitas		
200 metros aguas arriba de la intercepción	Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga san Silvestre	200 metros aguas abajo de la intercepción
		

En cada punto de muestreo se escogió un tramo de 50 m, con el fin de poder caracterizar la mayor cantidad de microhábitats. Se definieron cuadrantes de muestreo indicados como replicas, de acuerdo con las condiciones morfológicas de la fuente hídrica. Los cuerpos de agua lóticos vadeables se muestrearon en zig-zag, utilizando cuadrantes de 2 metros de longitud. En cuerpos de agua lóticos no vadeables, el muestreo se desarrolló sobre una única orilla. En cuerpos de agua lentos se definen la cantidad de cuadrantes de acuerdo a la amplitud del cuerpo de agua.

Fuente. Autoría Propia, adaptado de LASERTEC, 2021.

Análisis de Resultados Físicoquímicos (FQ), Microbiológicos (MB) e Hidrobiológicos (HB)

Resultados Físicoquímicos (FQ) y Microbiológicos (MB). En las tablas 23, 25 y 27 se presentan los resultados FQ y MB, de las muestras recolectadas en el área de influencia de la

intercepción de la quebrada el Zarzal y la Ciénaga san Silvestre, en sus 200 metros aguas arriba y aguas abajo. Así mismo la comparación de los parámetros contemplados en el presente estudio con los exigidos en el Decreto 1076 de 2015 que define usos potenciales del agua según sus características particulares. Por otra parte, dichos resultados permitieron realizar un análisis de los valores encontrados en función de los Índices de contaminación (ICOS) e Índice de Calidad del Agua (ICA).

En el anexo A, se presentan los reportes fisicoquímicos, suministrados por el laboratorio ambiental LASERTEC, el cual realizó dichos análisis.

Tabla 23

Resultados reporte de laboratorio punto de muestreo 1, 200 metros aguas arriba de la intercepción

	Resultado del análisis		Valores Decreto 1076/2015				
	Punto de muestreo 1	Unidades	Consumo Humano y Doméstico (convencional)	Consumo Humano y Doméstico (desinfección)	Agrícola	Recreativo	
Parámetros <i>in situ</i>	Conductividad	321	µs/cm	-	-	-	-
	pH	5,76	Unidades de pH	5 a 9	6,5 a 8,5	4,5 a 9,0	5 a 9
	Oxígeno disuelto	3,78	mg/L	-	-	-	-
	Sólidos sedimentables	5,0	mL/L	-	-	-	-
	Temperatura muestra	27,3	°C	-	-	-	-
	% saturación de oxígeno	60,87	%	-	-	-	70 % concentración de saturación
Parámetros fisicoquímicos	Alcalinidad Total	57,1	mg CaCO ₃ /L	-	-	-	-
	Cadmio	<0,001	mg/L Cd	0,01	0,01	0,01	-
	Cianuro Total	<0,10	mg/L CN	0,2	0,2	-	-
	Cloruros	<4,00	mg Cl ⁻ /L	250	250	-	-
	Cobre	<0,10	mg Cu/L	1,0	1,0	0,2	-
	Color Verdadero	210	UPC	-	-	-	-
	Cromo Total	0,70	mg Cr/L	-	-	-	-
	DBO ₅	16,4	mg O ₂ /L	-	-	-	-
	DQO	30,9	mg O ₂ /L	-	-	-	-
	Dureza Total	144	mg CaCO ₃ /L	-	-	-	-
	Fósforo Total	1,25	mg P/L	-	-	-	-
	Grasas y Aceites	<10,0	mg GyA/L	Sin película visible	Sin película visible	-	Sin película visible
	Hierro	5,02	mg Fe/L	-	-	5,0	-
	Manganeso	0,180	mg Mn/L	-	-	0,2	-
	Mercurio	<0,001	mg/L Hg	0,002	0,002	-	-
	Nitratos	0,59	mg NO ₃ -N/L	10	10	-	-
Nitritos	0,013	mg NO ₂ -N/L	1,0	1,0	-	-	
Nitrógeno Amoniacal	<1,00	mg/L NH ₃ -N	-	-	-	-	
Nitrógeno Total	6,68	mg N/L	-	-	-	-	

	Resultado del análisis		Valores Decreto 1076/2015			
	Punto de muestreo 1	Unidades	Consumo Humano y Doméstico (convencional)	Consumo Humano y Doméstico (desinfección)	Agrícola	Recreativo
Plomo	<0,010	mg Pb/L	0,05	0,05	5,0	-
Sólidos Suspendidos Totales	142,6	mg SST/L	-	-	-	-
Sulfatos	14,2	mg SO ₄ ⁻² /L	400	400	-	-
Hidrocarburos Totales	<5,00	mg/L	-	-	-	-
Turbiedad	1450	UNT	-	10	-	-
Zinc	<0,10	mg Zn/L	15,0	15,0	2,0	-
Parámetros microbiológicos	Coliformes Termotolerantes (Fecales)	666 NMP/100 ml	2.000	-	1.000	200
	Coliformes Totales	6000 NMP/100 ml	20.000	1.000	5.000	1.000

Fuente. Autoría Propia, adaptado de LASERTEC, 2021 y Decreto 1076, 2015.

Con la evaluación realizada en la tabla anterior, de los valores encontrados para los parámetros analizados en el punto de muestreo 1, Versus la relación con el Decreto 1076 de 2015, para catalogar dentro los usos potenciales establecidos el agua superficial evaluada, se presenta la siguiente tabla para dar conformidad al cumplimiento o no con la misma.

Tabla 24

Comparación de resultados Normatividad Ambiental (usos del agua) Punto de muestreo 1

Usos del agua Decreto 1076 de 2015				
Punto	Clases de usos			
	Consumo Humano y Doméstico (convencional)	Consumo Humano y Doméstico (desinfección)	Agrícola	Recreativo
200 metros aguas arriba de la intercepción	Si Cumple	No Cumple	No Cumple	No Cumple

Fuente. Autoría Propia, adaptado del Decreto 1076, 2015.

El resultado de la comparación con el Decreto 1076 para este punto de muestreo 1, presentó conformidad para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico e indicó que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional, es importante aclarar que esta conformidad tiene fundamento en el listado de parámetros analizados. Por otra parte, se presentó no conformidad para los usos consumo humano y doméstico (desinfección) por la influencia de los parámetros turbiedad y Coliformes totales; agrícola por la influencia de los

parámetros hierro y Coliformes totales; recreativo por la influencia de los parámetros % saturación de oxígeno, Coliformes fecales y Coliformes totales.

Tabla 25

Resultados reporte de laboratorio punto de muestreo 2, Intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga san Silvestre

Parámetros	Resultado del Análisis		Valores Decreto 1076/2015				
	Punto de muestreo 2	Unidades	Consumo Humano y Doméstico (convencional)	Consumo Humano y Doméstico (desinfección)	Agrícola	Recreativo	
Parámetros <i>in situ</i>	Conductividad	295,57	µs/cm	-	-	-	-
	pH	5,99	Unidades de pH	5 a 9	6,5 a 8,5	4,5 a 9,0	5 a 9
	Oxígeno disuelto	4,20	mg/L	-	-	-	-
	Sólidos sedimentables	2,60	mL/L	-	-	-	-
	Temperatura muestra	32,0	°C	-	-	-	-
	% saturación de oxígeno	70,3	%	-	-	-	70 % concentración de saturación
Parámetros fisicoquímicos	Alcalinidad Total	65,0	mg CaCO ₃ /L	-	-	-	-
	Cadmio	<0,001	mg/L Cd	0,01	0,01	0,01	-
	Cianuro Total	<0,10	mg/L CN	0,2	0,2	-	-
	Cloruros	<4,00	mg Cl ⁻ /L	250	250	-	-
	Cobre	<0,10	mg Cu/L	1,0	1,0	0,2	-
	Color Verdadero	156	UPC	-	-	-	-
	Cromo Total	<0,70	mg Cr/L	-	-	-	-
	DBO ₅	14,3	mg O ₂ /L	-	-	-	-
	DQO	28,3	mg O ₂ /L	-	-	-	-
	Dureza Total	95,67	mg CaCO ₃ /L	-	-	-	-
	Fósforo Total	0,86	mg P/L	-	-	-	-
	Grasas y Aceites	<10,0	mg GyA/L	Sin película visible	Sin película visible	-	Sin película visible
	Hierro	4,07	mg Fe/L	-	-	5,0	-
	Manganeso	0,120	mg Mn/L	-	-	0,2	-
	Mercurio	<0,001	mg /L Hg	0,002	0,002	-	-
	Nitratos	<0,50	mg NO ₃ -N/L	10	10	-	-
	Nitritos	<0,010	mg NO ₂ -N/L	1,0	1,0	-	-
	Nitrógeno Amoniacal	<1,00	mg/L NH ₃ -N	-	-	-	-
	Nitrógeno Total	4,78	mg N/L	-	-	-	-
	Plomo	<0,010	mg Pb/L	0,05	0,05	5,0	-
Sólidos Suspendidos Totales	112,3	mg SST/L	-	-	-	-	
Sulfatos	9,2	mg SO ₄ ⁻² /L	400	400	-	-	
Hidrocarburos Totales	<5,00	mg/L	-	-	-	-	
Turbiedad	879,0	UNT	-	10	-	-	
Zinc	<0,10	mg Zn/L	15,0	15,0	2,0	-	
Parámetros microbiológicos	Coliformes Termotolerantes (Fecales)	495	NMP/100 ml	2.000	-	1.000	200
	Coliformes Totales	5450	NMP/100 ml	20.000	1.000	5.000	1.000

Fuente. Autoría Propia, adaptado de LASERTEC, 2021 y Decreto 1076, 2015.

Con la evaluación realizada en la tabla anterior, de los valores encontrados para los parámetros analizados en el punto de muestreo 2, Versus la relación con el Decreto 1076 de 2015, para catalogar dentro los usos potenciales establecidos el agua superficial evaluada, se presenta la siguiente tabla para dar conformidad al cumplimiento o no con la misma.

Tabla 26

Comparación de resultados Normatividad Ambiental (usos del agua) punto de muestreo 2

Usos del Agua Decreto 1076 de 2015				
Punto	Clases de usos			
	Consumo Humano y Domestico (convencional)	Consumo Humano y Domestico (desinfección)	Agrícola	Recreativo
Intercepción quebrada el Zarzal. Ciénaga San Silvestre	Si Cumple	No Cumple	No Cumple	No Cumple

Fuente. Autoría Propia, adaptado del Decreto 1076, 2015.

El resultado de la comparación con el Decreto 1076 para este punto de muestreo 2, presentó conformidad para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico e indicó que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional, es importante aclarar que esta conformidad tiene fundamento en el listado de parámetros analizados. Por otra parte, se presentó no conformidad para los usos consumo humano y doméstico (desinfección) por la influencia de los parámetros turbiedad y Coliformes totales; agrícola por la influencia del parámetro Coliformes totales; recreativo por la influencia de los parámetros Coliformes fecales y Coliformes totales.

Tabla 27

Resultados reporte de laboratorio punto de muestreo 3, 200 metros aguas abajo de la intercepción

Parámetros	Resultado del análisis		Valores decreto 1076/2015			
	Punto de muestreo 3	Unidades	Consumo Humano y Doméstico (convencional)	Consumo Humano y Doméstico (desinfección)	Agrícola	Recreativo
Conductividad	253	µs/cm	-	-	-	-
pH	6,15	Unidades de pH	5 a 9	6,5 a 8,5	4,5 a 9,0	5 a 9
Oxígeno disuelto	4,86	mg/L	-	-	-	-
Sólidos sedimentables	<0,1	mL/L	-	-	-	-

Parámetros	Resultado del análisis		Valores decreto 1076/2015			
	Punto de muestreo 3	Unidades	Consumo Humano y Doméstico (convencional)	Consumo Humano y Doméstico (desinfección)	Agrícola	Recreativo
Temperatura muestra	27,5	°C	-	-	-	-
% saturación de oxígeno	73,34	%	-	-	-	70 % concentración de saturación
Alcalinidad Total	59,7	mg CaCO ₃ /L	-	-	-	-
Cadmio	<0,001	mg/L Cd	0,01	0,01	0,01	-
Cianuro Total	<0,10	mg/L CN	0,2	0,2	-	-
Cloruros	<4,00	mg Cl ⁻ /L	250	250	-	-
Cobre	<0,10	mg Cu/L	1,0	1,0	0,2	-
Color Verdadero	83,0	UPC	-	-	-	-
Cromo Total	<0,070	mg Cr/L	-	-	-	-
DBO ₅	11,2	mg O ₂ /L	-	-	-	-
DQO	21,2	mg O ₂ /L	-	-	-	-
Dureza Total	80,2	mg CaCO ₃ /L	-	-	-	-
Fósforo Total	0,30	mg P/L	-	-	-	-
Grasas y Aceites	<10,0	mg GyA/L	Sin película visible	Sin película visible	-	Sin película visible
Hierro	2,11	mg Fe/L	-	-	5,0	-
Manganeso	0,110	mg Mn/L	-	-	0,2	-
Mercurio	<0,001	mg/L Hg	0,002	0,002	-	-
Nitratos	<0,50	mg NO ₃ -N/L	10	10	-	-
Nitritos	<0,010	mg NO ₂ -N/L	1,0	1,0	-	-
Nitrógeno Amoniacal	<1,00	mg/L NH ₃ -N	-	-	-	-
Nitrógeno Total	<3,00	mg N/L	-	-	-	-
Plomo	<0,010	mg Pb/L	0,05	0,05	5,0	-
Sólidos Suspendedos Totales	95,6	mg SST/L	-	-	-	-
Sulfatos	<5,00	mg SO ₄ ⁻² /L	400	400	-	-
Hidrocarburos Totales	<5,00	mg/L	-	-	-	-
Turbiedad	482,0	UNT	-	10	-	-
Zinc	<0,10	mg Zn/L	15,0	15,0	2,0	-
Parámetros microbiológicos	Coliformes Termotolerantes (Fecales)	NMP/100 ml	2.000	-	1.000	200
	Coliformes Totales	NMP/100 ml	20.000	1.000	5.000	1.000

Fuente. Autoría Propia, adaptado de LASERTEC, 2021 y Decreto 1076, 2015.

Con la evaluación realizada en la tabla anterior, de los valores encontrados para los parámetros analizados en el punto de muestreo 3, Versus la relación con el Decreto 1076 de 2015, para catalogar dentro los usos potenciales establecidos el agua superficial evaluada, se presenta la **tabla 28**, para dar conformidad al cumplimiento o no con la misma.

Tabla 28

Comparación de resultados Normatividad Ambiental (usos del agua) Punto de muestreo 3

Usos del agua Decreto 1076 de 2015				
Clases de usos				
Punto	Consumo Humano y Domestico (convencional)	Consumo Humano y Domestico (desinfección)	Agrícola	Recreativo
200 metros aguas abajo de la intercepción.	Si Cumple	No Cumple	Si Cumple	No Cumple

Fuente. Autoría Propia, adaptado del Decreto 1076, 2015.

El resultado de la comparación con el Decreto 1076 para este punto de muestreo 3, presentó conformidad para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico e indicó que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional y agrícola, es importante aclarar que esta conformidad tiene fundamento en el listado de parámetros analizados. Por otra parte, se presentó no conformidad para los usos consumo humano y doméstico (desinfección) por la influencia de los parámetros turbiedad y Coliformes totales; recreativo por la influencia de los parámetros Coliformes fecales y Coliformes totales.

Cálculo de Índices de Contaminación (ICOS) del Agua. Se emplearon los valores requeridos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las **tablas 23, 25 y 27**, para el cálculo de los Índices de Contaminación (ICOS), y para el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA), para los puntos de muestreo.

Tabla 29

Índices de contaminación ICOS, puntos de muestreo área de estudio

Punto de Monitoreo		Índices de Contaminación del Agua			
		Índice/Parámetro	Valor	Índice de Contaminación	
Punto 1. Aguas arriba	I. Conductividad	1,00	0,68	Alto	
	I. Dureza	1,00			
	I. Alcalinidad	0,04			
Punto 2. Intercepción	I. Conductividad	1,00	0,50	Medio	
	I. Dureza	0,42			
	I. Alcalinidad	0,08			
Punto 3. Aguas abajo	I. Conductividad	0,91	0,39	Bajo	
	I. Dureza	0,19			
	I. Alcalinidad	0,05			
Punto 1. Aguas arriba	Sólidos Suspendidos	142,60	0,41	Medio	
	Punto 2. Intercepción	Sólidos Suspendidos	112,32	0,32	Bajo
	Punto 3. Aguas abajo	Sólidos Suspendidos	95,60	0,27	Bajo

Índices de Contaminación del Agua				
Punto de Monitoreo	Índice/Parámetro	Valor	Índice de Contaminación	
ICOMO	Punto 1. Aguas arriba	I. DBO	0,80	Alto
		I. Coliformes	0,68	
		I. % Oxígeno Disuelto	0,39	
	Punto 2. Intercepción	I. DBO	0,76	Medio
		I. Coliformes	0,65	
		I. % Oxígeno Disuelto	0,30	
Punto 3. Aguas abajo	I. DBO	0,68	Medio	
	I. Coliformes	0,53		
	I. % Oxígeno Disuelto	0,27		
ICOpH	Punto 1. Aguas arriba	pH	5,76	Ninguna
	Punto 2. Intercepción	pH	5,99	
	Punto 3. Aguas abajo	pH	6,15	
ICOTRO	Punto 1. Aguas arriba	Fosforo Total	1,25	Hipereutrofia
	Punto 2. Intercepción	Fosforo Total	0,86	Eutrofia
	Punto 3. Aguas abajo	Fosforo Total	0,30	Eutrofia

Fuente. Autoría Propia, adaptado de Piedrahita, 2018 y LASERTEC, 2020.

A continuación, se presenta una síntesis, para los Índices de contaminación ICOS evaluados en la tabla 29, para los tres puntos de muestreo con relación a este estudio.

- **ICOMI.** Este índice de contaminación por mineralización relacionó partículas coloidales y presencia de sales en el agua, en función de tres variables como conductividad en asocio a los sólidos disueltos totales, Dureza por cuanto reúne los cationes calcio - magnesio, y alcalinidad porque agrupa los aniones carbonatos y bicarbonatos. Así mismo se identificó que la conductividad y la dureza en los tres puntos de muestreo, fueron los parámetros que, debido a su resultado numérico, influyeron notoriamente en la calificación cualitativa obtenida. (Ramos, 2018).

El punto de muestreo 1, presento incidencia alta con un valor de 0,68.

El punto de muestreo 2, presento incidencia media con un valor de 0,50.

El punto de muestreo 3, presento incidencia baja con un valor de 0,39.
- **ICOSUS.** La media aritmética de los tres puntos de muestreo se encuentra entre el rango de (0,27 - 0,41), lo que indica que las aguas de dicha zona de estudio para la intercepción de la quebrada el Zarzal y la Ciénaga San Silvestre y sus 220 metros aguas arriba y aguas abajo, presentan cierta contaminación por sólidos suspendidos de baja a

media. Determinándose un promedio general de contaminación baja (0,33), en las aguas de dicho tramo evaluado. Por otra parte, la presencia de sólidos suspendidos totales se relacionó al aporte, de las características físicas de la zona de estudio (geología y vegetación), también debido al proceso de escorrentía y al aumento o disminución de los caudales, que como se sabe están directamente condicionados a eventos climáticos como lluvias torrenciales enmarcados por el ecosistema que allí predomina. (Jaya, 2017).

El punto de muestreo 1, presento incidencia media con un valor de 0,41.

El punto de muestreo 2, presento incidencia baja con un valor de 0,32.

El punto de muestreo 3, presento incidencia baja con un valor de 0,27.

- **ICOMO.** El valor más alto del ICOMO, se presentó en el punto de muestreo 1 - (200 metros aguas arriba de la intercepción), siguiendo en orden descendente el punto de muestreo 2 y 3. Este índice de contaminación para los tres puntos de muestreo, se vio influenciado por el valor de la DBO₅ y los Coliformes totales en mayor proporción, lo cual hace relación a la presencia de materia orgánica debido al desarrollo de actividades agropecuarias (descargas de heces de ganado en la zona), también al aporte de vertimientos de algunas viviendas dentro del área de influencia. Todo esto se representa en la inminente contaminación microbiológica de dichas aguas, y por ende en la disminución del oxígeno disuelto, importante y necesario para el desarrollo de vida en un ecosistema acuático. (Chavarro & Gélvez, 2016).

El punto de muestreo 1, presento incidencia alta con un valor de 0,62.

El punto de muestreo 2, presento incidencia media con un valor de 0,57.

El punto de muestreo 3, presento incidencia media con un valor de 0,49.

- **ICOpH.** Este índice de contaminación no relaciono valores de alteración, presentando pH de característica ligeramente ácido para sus tres puntos de muestreo.

Los tres puntos de muestreo presentaron incidencia ninguna con un valor de 0,00.

- **ICOTRO.** Para este índice de contaminación, muy relacionado al proceso de eutrofización (aumento de nutrientes en una masa de agua), se pudo identificar en el área de influencia de los tres puntos de muestreo, el crecimiento de plancton (Zoo y Fito) sobre la superficie del cuerpo de agua, que a su vez impide el paso de luz a través de la película de agua, reduciendo el normal desarrollo del ciclo de fotosíntesis, aumentando la turbidez y disminuyendo la cantidad de oxígeno disuelto en el agua (Moreno , Quintero, & López , 2010).

En el punto de muestreo 1, se presentó un valor de 1,25 dando como calificación HIPEREUTROFIA, haciendo referencia a altísimos niveles de productividad biológica, presencia de plantas acuáticas, muy poca claridad en el agua (Moreno , Quintero, & López , 2010).

En el punto de muestreo 2 y 3, se presentó un valor de 0,86 y 0,30 respectivamente dando como calificación EUTROFIA, haciendo referencia a altos niveles de productividad biológica, presencia de plantas acuáticas, poca claridad en el agua (Moreno , Quintero, & López , 2010).

Cálculo de Índice de Calidad del Agua (ICA). A continuación, en la tabla 33, se presentan los valores obtenidos en el cálculo del ICA, para los puntos de muestreo en relación.

Tabla 30

Cálculo ICA, puntos de muestreo área de estudio

Punto	Cálculo ICA Puntos de Muestreo						Cálculo ICA	
	Parámetros							
	O. D	SST	DQO	CE	pH	NT - PT		
Punto 1 - 200 metros aguas arriba de la intercepción	0,103	0,101	0,087	0,000	0,079	0,060	0,43	Mala
Punto 2 - Intercepción Q. Zarzal - C. San Silvestre	0,120	0,116	0,155	0,000	0,089	0,060	0,54	Regular
Punto 3 - 200 metros aguas abajo de la intercepción	0,125	0,125	0,121	0,015	0,097	0,060	0,54	Regular

Fuente. Autoría Propia, adaptado de: Orjuela y López, 2011 y LASERTEC, 2021.

La señal de alerta obtenida en los tres puntos de muestreo fue la siguiente:

Punto 1: Valoración mala, se aprecia que en orden descendente el aporte de los diferentes parámetros evaluados, para dar esta calificación fue así: O.D, SST, DQO, pH, NT-PT.

Punto 2: Valoración regular, se aprecia que en orden descendente el aporte de los diferentes parámetros evaluados, para dar esta calificación fue así: DQO, O.D, SST, pH, NT-PT.

Punto 3: Valoración regular, se aprecia que en orden descendente el aporte de los diferentes parámetros evaluados, para dar esta calificación fue así: O.D, SST, DQO, pH, NT-PT, CE.

Para los puntos de muestreo 1 y 2 donde la conductividad fue cero, se argumenta el establecimiento de un proceso de disolución de sales, generando iones negativos en mayor proporción, los cuales son capaces de transportar la energía eléctrica en el campo eléctrico acuoso.

Los resultados obtenidos en el cálculo del índice de calidad del agua (ICA), para los puntos anteriormente nombrados, evidencian una correlación con la valoración encontrada para los Índices de Contaminación ICOS, (ICOMI, ICOSUS, ICOMO, ICOpH e ICOTRO).

Así mismo, siendo acorde a las apreciaciones ambientales observadas e identificadas en campo para dichos lugares muestreados.

Resultados Hidrobiológicos (HB). A continuación, se presentan los resultados y análisis hidrobiológicos, para las muestras recolectadas en el área de influencia de 200 metros aguas arriba y aguas abajo.

Es importante aclarar que en los anexos se presentaron los reportes hidrobiológicos, suministrados por el laboratorio ambiental LASERTEC, el cual realizó dichos análisis.

Macroinvertebrados Acuáticos

- **Composición taxonómica.** La caracterización de los macroinvertebrados acuáticos realizada para los puntos monitoreados, registró en conjunto un total de 12 morfoespecies, pertenecientes a 10 familias, 7 órdenes, pertenecientes a 4 clases taxonómicas, agrupadas en 3 phylum (tabla 34). En general, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos presentó una bioindicación variada, encontrándose representantes de aguas poco a moderadamente contaminadas, hasta organismos de aguas muy contaminadas.

Tabla 31

Composición taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Bioindicación	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus sp.</i>	Aguas muy contaminadas	
				<i>Morfoespecie 1</i>	Aguas muy contaminadas	
				<i>Morfoespecie 5</i>	Aguas muy contaminadas	
				Tabanidae	<i>Morfoespecie 7</i>	Aguas moderadamente contaminadas
				Culicidae	<i>Morfoespecie 8</i>	Aguas muy contaminadas
			Coleoptera	Dytiscidae	<i>Morfoespecie 4</i>	Aguas poco a moderadamente contaminadas
				Elmidae	<i>Morfoespecie 2</i>	Aguas poco a moderadamente contaminadas
			Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Morfoespecie 3</i>	Aguas poco a moderadamente contaminadas

Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	Bioindicación
			Tricorythidae	<i>Leptohyphes sp.</i>	Aguas poco a moderadamente contaminadas
		Odonata	Libellulidae	<i>Morfoespecie 6</i>	Aguas poco a moderadamente contaminadas
Annelida	Oligochaeta	Tubificida	Naididae	<i>Nais sp.</i>	-----
	Clitellata	Arhynchobdellida	Hirudinidae	<i>Morfoespecie 9</i>	-----
Mollusca	Gastropoda	Pulmonata	Planorbidae	<i>Biomphalaria sp.</i>	Aguas muy contaminadas

Nota. Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. *Fuente.* Roldán-Pérez, 2016.

- **Abundancia y riqueza.** La tabla 32, presentan los reportes de abundancia, expresada en número de individuos por metro cuadrado y de riqueza, indicada como número de morfoespecies registradas por familia en las tres estaciones monitoreadas.

En total se registraron 262 Ind/m² para los tramos evaluados. La estación quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción presentó la mayor abundancia relativa y la mayor riqueza de especies, con un total de 124 Ind/m² y una riqueza de 8 morfoespecies. Seguida de esta, la estación Intercepción quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción presentó una abundancia relativa de 79 Ind/m² representados en 5 morfoespecies. Finalmente, la estación con la menor abundancia fue Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre, con una abundancia relativa de 59 Ind/m² representados en 7 morfoespecies.

La composición de macroinvertebrados acuáticos para la estación quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción presentó la mayor riqueza de especies. Adicionalmente para este punto se encontraron representantes de familias propias de aguas poco a moderadamente contaminadas, como lo son *Dytiscidae* y *Leptophlebiidae*. Por otra parte, la familia *Chironomidae* fue abundante en las tres

estaciones de muestreo, sugiriendo que se presenta un gradiente de contaminación en el tramo muestreado.

Tabla 32

Abundancia (Ind/m²) y riqueza de los macroinvertebrados acuáticos

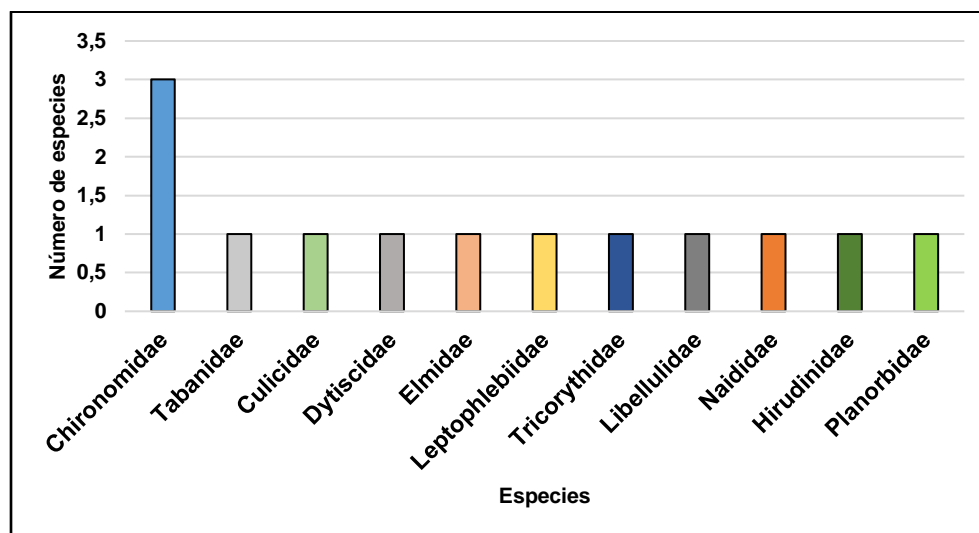
Familia	quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción	Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre	quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción
<i>Chironomida</i>	15	28	45
<i>Tabanidae</i>	7		
<i>Culicidae</i>			4
<i>Dytiscidae</i>	15		
<i>Elmidae</i>	26		
<i>Leptophlebi</i>	17		
<i>Tricorythida</i>	10	6	
<i>Libellulidae</i>	34	11	
<i>Naididae</i>		11	15
<i>Hirudinidae</i>			15
<i>Planorbidae</i>		3	
Abundancia (ind/m²)	124	59	79
riqueza (no de especies)	8	7	5

Fuente. Autoría Propia

La riqueza y composición taxonómica de la comunidad de macroinvertebrados en las fuentes hídricas monitoreadas estuvo representada dentro de 11 familias, en donde *Chironomidae* fue la familia más representativa con un total de 3 morfoespecies. Seguido de este, se encuentran las familias *Tabanidae*, *Culicidae*, *Dytiscidae*, *Elmidae*, *Leptophlebiidae*, *Tricorythidae*, *Libellulidae*, *Naididae*, *Hirudinidae* y *Planorbidae* representadas por una única morfoespecie respectivamente (figura13).

Figura 13

Riqueza de macroinvertebrados acuáticos

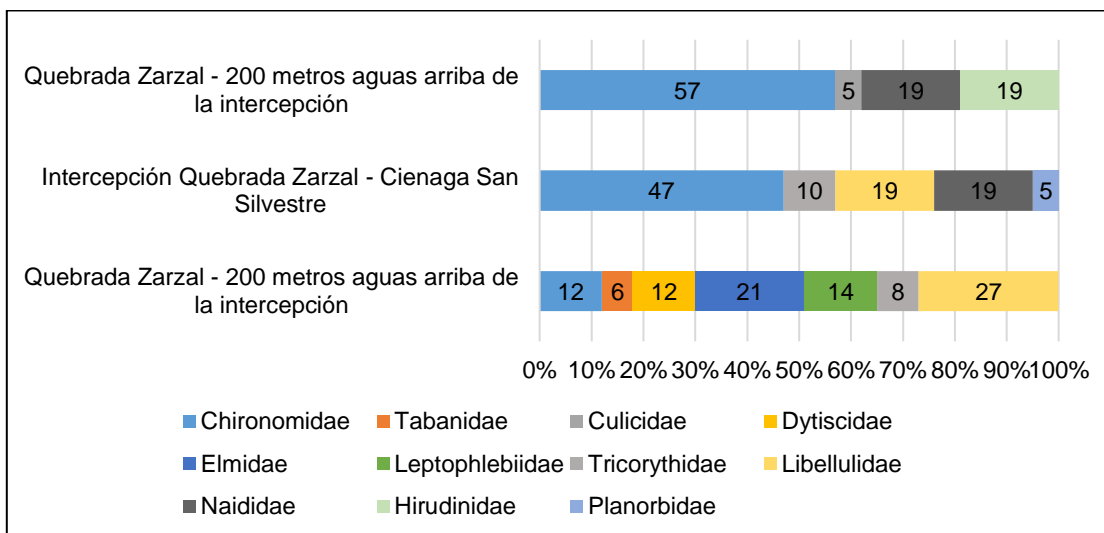


Fuente. Autoría Propia

De manera general, en los puntos de monitoreo sobre el tramo evaluado, la comunidad de macroinvertebrados evidenció una composición dominada por la familia *Chironomidae* sobre las demás, distribuida en las 3 estaciones muestreadas con abundancias relativas entre 12% a 57%. Seguida de esta, la familia *Libellulidae* se encontró distribuida en las estaciones quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción e Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre, con porcentajes de abundancia entre 27% y 19% respectivamente. Un comportamiento similar fue observado para la familia *Naididae* la cual presentó una abundancia relativa de 19% registrándose en las estaciones Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre y quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción. Finalmente la menor distribución de especies estuvo representada por las familias *Culicidae* y *Planorbidae* con una abundancia relativa de 5%, representadas exclusivamente en las estaciones quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción e Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre, respectivamente (figura 14).

Figura 14

Porcentaje de abundancia de macroinvertebrados bentónicos



Fuente. Autoría Propia

La familia *Chironomidae* destacó por su abundancia, como lo podemos observar en la figura 14. La familia *Chironomidae*, conocidos comúnmente como moscas de los lagos o moscas de la arena, comprenden aproximadamente el 50% de los macroinvertebrados acuáticos. (Álvarez, 2005). La familia *Chironomidae* constituye parte importante de la biomasa de los ambientes lóticos y lénticos y tiene un papel determinante en los ciclos tróficos y el procesamiento de los detritos (Roldán-Pérez, 2016). La presencia de individuos de esta familia es un indicativo de aguas fuertemente contaminadas, lo que nos indica que, en estas zonas de la cuenca, el ecosistema un deterioro considerable en la calidad del agua.

En la **tabla 33**, se presenta el cálculo del índice BMWP/Col, empleando a los macroinvertebrados como bioindicadores, con puntajes que van de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de las diferentes familias a la contaminación orgánica, donde la sumatoria de estos puntajes para cada uno de los tramos de muestreo indicó que las estaciones evaluadas se clasificaron en general como “aguas contaminadas”, “aguas muy contaminadas” y

“aguas fuertemente contaminadas” con puntajes de BMWP/Col de 4 a 47 unidades (Roldán-Pérez, 2016). De manera general, se observó un gradiente en el grado de contaminación, siendo la estación quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción la que presentó el mayor puntaje para el índice BMWP/Col. En contraste, la estación quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción presentó el menor puntaje BMWP/Col.

Es importante mencionar que el bajo reporte, la disminución o la ausencia en las familias indicadores de macroinvertebrados del índice BMWP/Col registrados en los puntos de monitoreo del tramo evaluado, puede deberse a la ausencia causada por las precipitaciones de la zona. Lo que causa el desplazamiento de los organismos en las estaciones muestreadas, un evento común en estos sistemas loticos.

Tabla 33

Cálculo del BMWP/Col para macroinvertebrados bentónicos

Familia	quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción	Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre	quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción
<i>Naididae</i>		N/A	
<i>Ceratopogonidae</i>			
<i>Chironomidae</i>	2	2	2
<i>Elmidae</i>	6		
<i>Dytiscidae</i>	9		
<i>Tabanidae</i>	5		
<i>Culicidae</i>			2
<i>Leptophlebiidae</i>	9		
<i>Tricorythidae</i>	10	10	
<i>Libellulidae</i>	6	6	
<i>Hirudinidae</i>			N/A
<i>Glossiphoniidae</i>			
<i>Planorbidae</i>		2	
TOTAL, BMWP/Col	47	20	4
Clasificación BMWP/Col	Aguas contaminadas	Aguas muy contaminadas	Aguas fuertemente contaminadas

Fuente. Roldán-Pérez, 2016

- **Índices ecológicos.** En la tabla 34, se presentan los resultados obtenidos a partir del cálculo de los índices de riqueza de Margalef, uniformidad de Pielou, diversidad de Shannon y dominancia de Simpson, para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos presente en los puntos evaluados.

Tabla 34

Índices ecológicos macroinvertebrados bentónicos

Estaciones de muestreo	No. de especies	Abundancia	Riqueza (Margalef)	Uniformidad (Pielou)	Diversidad (Shannon)	Dominancia (Simpson)
Quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción	8	124	1,25	0,94	1,83	0,18
Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre	7	59	0,98	0,85	1,36	0,31
Quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción	5	79	0,69	0,80	1,10	0,40







Fuente: Autoría Propia








En general, el índice de Margalef, mostró una comunidad de macroinvertebrados bentónicos bajamente enriquecida, con valores que oscilaron entre 0,69 a 1,25 bits. De igual forma, el índice de Shannon presenta una pobre diversidad biológica en los puntos evaluados, con valores que se hallaron entre 1,10 a 1,83 bits/Ind. Por otra parte, los índices de uniformidad de Pielou y dominancia de Simpson se encontraron entre 0,80 a 0,94 unidades y 0,18 a 0,40 unidades respectivamente, indicando que en las poblaciones muestreadas la abundancia de organismos es similar entre las morfoespecies que habitaban en cada uno de los puntos, siendo ligeramente dominante alguna especie en la estación quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción.

A continuación, en la **tabla 35**, se presentan fotografías de los macroinvertebrados identificados en el presente muestreo hidrobiológico.

Tabla 35

Registro fotográfico Macroinvertebrados identificados

Familia	<i>Morfoespecie</i>	Registro fotográfico
<i>Chironomidae</i>	<i>Chironomus sp.</i>	
	<i>Morfoespecie 1</i>	
	<i>Morfoespecie 5</i>	
<i>Tabanidae</i>	<i>Morfoespecie 7</i>	
<i>Culicidae</i>	<i>Morfoespecie 8</i>	
<i>Dytiscidae</i>	<i>Morfoespecie 4</i>	

Familia	<i>Morfoespecie</i>	Registro fotográfico
<i>Elmidae</i>	<i>Morfoespecie 2</i>	
<i>Leptophlebiidae</i>	<i>Morfoespecie 3</i>	
<i>Tricorythidae</i>	<i>Leptohyphes sp.</i>	
<i>Libellulidae</i>	<i>Morfoespecie 6</i>	
<i>Naididae</i>	<i>Nais sp.</i>	
<i>Hirudinidae</i>	<i>Morfoespecie 9</i>	
<i>Planorbidae</i>	<i>Biomphalaria sp.</i>	

Fuente. Autoría Propia

Perifiton Algal

- **Composición taxonómica.** La caracterización del Perifiton algal realizada para los tramos evaluados sobre las fuentes hídricas, registró un total de 12 especies que hacen parte de 12 familias, 9 órdenes y 5 clases taxonómicas, pertenecientes a 5 divisiones, entre la que destaca Ochrophyta (tabla 36). En general la comunidad de perifiton algal presento un tipo de bioindicación para aguas turbias y acidas con alta conductividad y un elevado contenido de sedimentos y materia orgánica, en sistemas que pueden ir desde ultraoligotróficos a eutróficos.

Tabla 36

Composición taxonómica del Perifiton algal

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Bioindicación
Cyanophycota	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp.</i>	Sedimentos y alta conductividad, ultraoligotrofia a eutrofia
		Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp.</i>	Oligotrofia a eutrofia
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp.</i>	Aguas acidas ricas en Hierro
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>	----
		Naviculales	Neidiaceae	<i>Neidium sp.</i>	Aguas acidas
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>	Turbulencia, sedimentos y alta conductividad
			Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp.</i>	Turbidez, oligotrofia a eutrofia
Euglenophycota	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp.</i>	Alto contenido de materia organica

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Bioindicación
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra sp.</i>	Aguas acidas ricas en Hierro
Charophyta	Conjugatophyceae		Gonatozygaceae	<i>Gonatozygon sp.</i>	Oligotrofia a Eutrofia
		Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>	Aguas acidas ricas en Hierro

Fuente: AlgaeBase: base de datos global de taxonomía, nomenclatura e información distributiva de algas

- **Abundancia y riqueza.** En la tabla 37 se presentan los reportes de abundancia, expresada en número de individuos por centímetro cuadrado y de riqueza, indicada como número de morfoespecies en las estaciones monitoreadas.

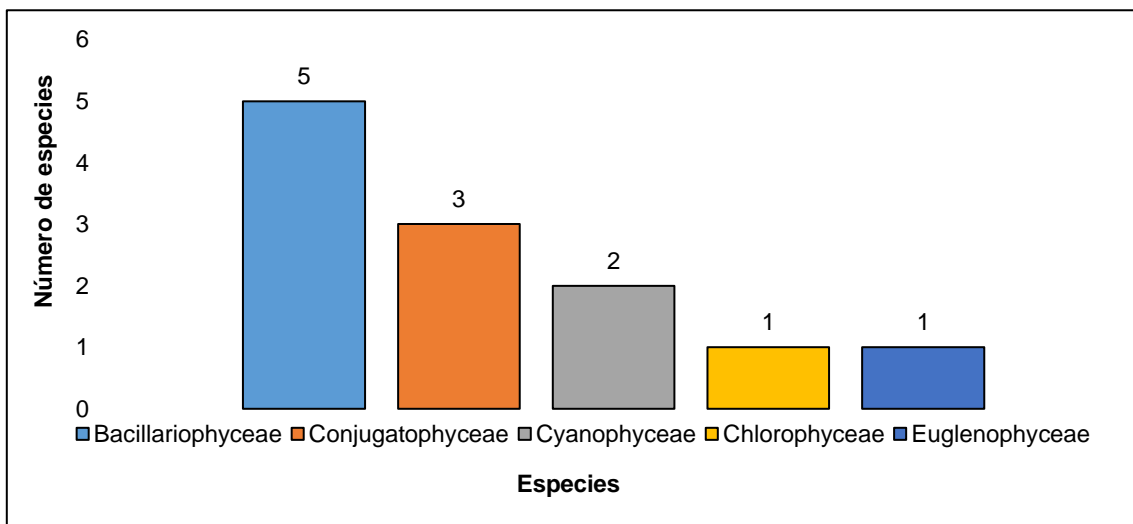
Las estaciones evaluadas reportaron un total de 398 Ind/cm² durante el actual monitoreo. De manera general, se observó diferencias significativas en las abundancias reportadas para cada estación monitoreada. La mayor riqueza de especies fue encontrada en la fuente quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción con una abundancia de 156 Ind/cm², distribuidos en 7 especies, seguido por Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre con una abundancia de 146 Ind/cm², distribuidos en 6 morfoespecies. En contraste la estación que reportó la menor abundancia de individuos fue quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción, con una abundancia de 96 Ind/cm², distribuidos en 6 morfoespecies.

Tabla 37*Abundancia (Ind/cm²) y riqueza del perifiton algal*

Especie	quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción	Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre	quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción
<i>Phormidium sp.</i>		34	
<i>Scenedesmus sp.</i>		41	
<i>Oedogonium sp.</i>	24	24	24
<i>Pinnularia sp.</i>	12		
<i>Neidium sp.</i>			12
<i>Navicula sp.</i>	12		24
<i>Eunotia sp.</i>	14		18
<i>Melosira sp.</i>	35		
<i>Euglena sp.</i>		12	12
<i>Spirogyra sp.</i>	29	14	
<i>Gonatozygon sp.</i>		21	6
<i>Closterium sp.</i>	30		
Abundancia (Ind/cm²)	156	146	96
Riqueza (No de especies)	7	6	6

Fuente. Autoría Propia

Durante el monitoreo realizado sobre las estaciones evaluadas, la comunidad del perifiton algal estuvo compuesta por 5 clases taxonómicas, para las cuales se observa una marcada dominancia por parte de las Bacillariophyceae, encontrándose representada por 5 especies. Seguido de esta, las clases con mayor composición de especies fueron reportadas por Conjugatophyceae y Cyanophyceae, presentando 3 y 2 especies, respectivamente. Finalmente, las clases taxonómicas que presentaron menor abundancia fueron Chlorophyceae y Euglenophyceae con una riqueza representada por 1 especie cada una (Ver figura 15).

Figura 15*Riqueza del Perifiton algal*

Fuente. Autoría Propia

La composición de la comunidad mostró que las morfoespecies pertenecientes a la clase Bacillariophyceae fueron las más representativas en cuanto a abundancia y riqueza para los puntos evaluados, presentando un comportamiento dominante sobre las otras clases taxonómicas.

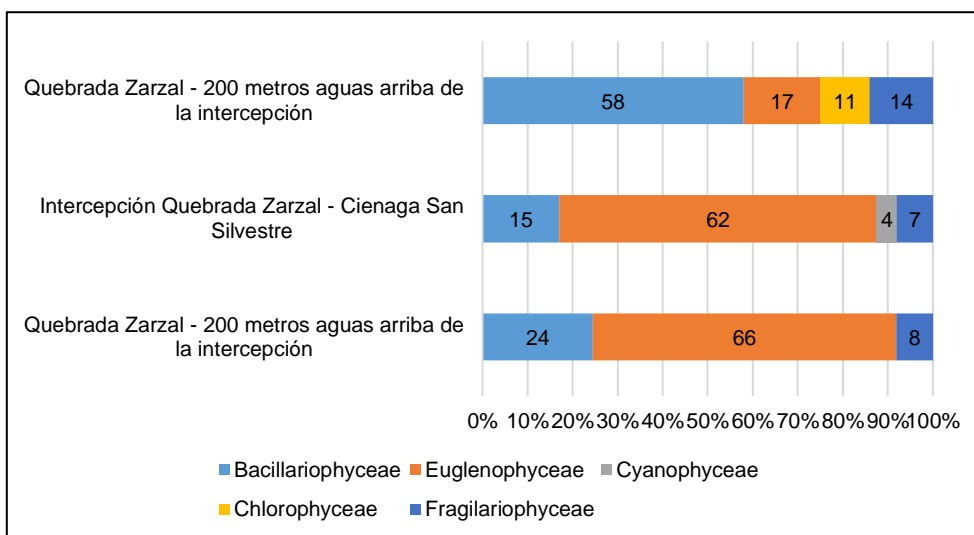
Por otra parte, cabe mencionar que la clase Bacillariophyceae, se encuentra integrada por las “diatomeas”, las cuales cumplen un papel importante en los procesos de bioindicación, debido a que responden fácilmente a la variación de los cambios ambientales, indicando sistemas de mezcla con tendencia a la eutrofia (Siqueiros-Beltrones, 2014).

En la **figura 16** se encuentran las abundancias relativas a nivel de clase para el perifiton algal caracterizado en las fuentes hídricas evaluadas. En ella se puede observar una marcada dominancia por parte de las Chlorophyceae y Cyanophyceae, presentándose en 3 y 2 estaciones analizadas con rangos de porcentaje de abundancia de 15% a 45% y

23% a 56%. La clase Conjugatophyceae estuvo representada notablemente, siendo encontrada en las 3 estaciones de muestreo con porcentajes de abundancia de 6% a 38%. Finalmente, las clases menos representativas durante el monitoreo fueron Euglenophyceae y Bacillariophyceae presentes en 2 y 3 estaciones respectivamente con abundancias relativas que van de 8% a 47%.

Figura 16

Porcentaje de abundancia de Perifiton algal



Fuente. Autoría Propia

Particularmente, la clase Cyanophyceae cuenta con gran importancia ecológica en los procesos de sucesión planctónica, ya que consta de organismos primarios que preparan el entorno para la llegada de algas secundarias y terciarias con estructuras y formas de vida más complejas (Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2013).

- **Índices ecológicos.** En la **tabla 38** se presentan los resultados obtenidos a partir del cálculo de los índices de riqueza de Margalef, uniformidad de Pielou, diversidad de Shannon y dominancia de Simpson, para la comunidad de algas perifíticas presente en los puntos evaluados.

Tabla 38*Índices ecológicos de perifiton algal*

Estaciones de muestreo	No. de especies	Abundancia	Riqueza (Margalef)	Uniformidad (Pielou)	Diversidad (Shannon)	Dominancia (Simpson)
Quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción	7	156	1,19	0,96	1,86	0,17
Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre	6	146	1,00	0,95	1,70	0,20
Quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción	6	96	1,10	0,95	1,70	0,20

Fuente. Autoría Propia

En general, el índice de Margalef, mostro una comunidad de macroinvertebrados bentónicos bajamente enriquecida, con valores que oscilaron entre 1,00 a 1,19 bits. De igual forma, el índice de Shannon presenta una pobre diversidad biológica en los puntos evaluados, con valores que se hallaron entre 1,70 a 1,86 bits/Ind. Por otra parte, los índices de uniformidad de Pielou y dominancia de Simpson se encontraron entre 0,95 a 0,96 unidades y 0,17 a 0,20 unidades respectivamente, indicando que en las poblaciones muestreadas la abundancia de organismos es similar entre las morfoespecies que habitaban en cada uno de los puntos, sin existir dominancia por parte de una de ellas.

Fitoplancton

- **Composición taxonómica.** La caracterización del fitoplancton realizada para los puntos de monitoreo, en conjunto registró un total de 13 especies que hacen parte de 11 familias, 8 órdenes, pertenecientes a 6 clases taxonómicas, incluidas en 5 divisiones (tabla 39). La comunidad fitoplanctónica presentó una bioindicación para aguas turbias con alto contenido de materia orgánica, sedimentos, alta conductividad, en sistemas con tendencia de la ultraoligotrofia a eutrofia.

Tabla 39*Composición taxonómica del fitoplancton*

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Bioindicación
Cyanophycota	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp.</i>	Sedimentos y alta conductividad, ultraoligotrofia a eutrofia
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp.</i>	Oligotrofia a eutrofia
			Pleurosigmataceae	<i>Gyrosigma sp.</i>	Turbidez
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>	-----
			Amphipleuraceae	<i>Frustulia sp.</i>	-----
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>	Turbulencia, sedimentos y alta conductividad
			Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>	Turbidez, oligotrofia
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Surirellaceae	<i>Surirella sp.</i>	Alto contenido de materia organica
			Fragilariaceae	<i>Fragilaria sp.</i>	Mesotrofia
Euglenophycota	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp.</i>	Alto contenido de materia organica
				<i>Trachelomonas sp.</i>	Alto contenido de materia organica
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp.</i>	Sedimentos y alta conductividad, eutrofia

Fuente: AlgaeBase: base de datos global de taxonomía, nomenclatura e información distributiva de algas

- **Abundancia y riqueza.** En la tabla 40, se presentan los reportes de abundancia, expresada en número de individuos por litro y de riqueza, indicada como número de especies encontradas en las estaciones monitoreadas.

En los puntos evaluados la comunidad de fitoplancton reportó un total de 2.320 Ind/L durante el actual monitoreo. En general, se encontraron diferencias significativas en las abundancias reportadas para cada estación. Específicamente, la mayor abundancia de organismos en el presente

monitoreo se registró en la estación Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre con 955 Ind/L distribuidos en 8 especies, seguido por quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción con 856 Ind/L distribuidos en 6 especies. En contraste, la estación que registro la menor abundancia de organismos fue quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción con una abundancia de organismos de 509 Ind/L representados en 7 especies. Es importante mencionar que la estación Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre presentó una presencia considerable de individuos de la familia Euglenaceae, la cual se relaciona con alta presencia de materia orgánica.

Tabla 40

Abundancia (Ind/L) y riqueza de fitoplancton

Especie	quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción	Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre	quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción
<i>Phormidium sp.</i>		38	
<i>Scenedesmus sp.</i>			57
<i>Gyrosigma sp.</i>	81		
<i>Pinnularia sp.</i>			17
<i>Frustulia sp.</i>			110
<i>Navicula sp.</i>	122		
<i>Nitzschia sp.</i>		74	62
<i>Surirella sp.</i>		69	105
<i>Fragilaria sp.</i>	69	69	69
<i>Phacus sp.</i>	416	174	
<i>Euglena sp.</i>	152	192	89
<i>Trachelomonas sp.</i>		224	
<i>Cosmarium sp.</i>	16	115	
Abundancia (Ind/cm²)	856	955	509
Riqueza (No de especies)	6	8	7

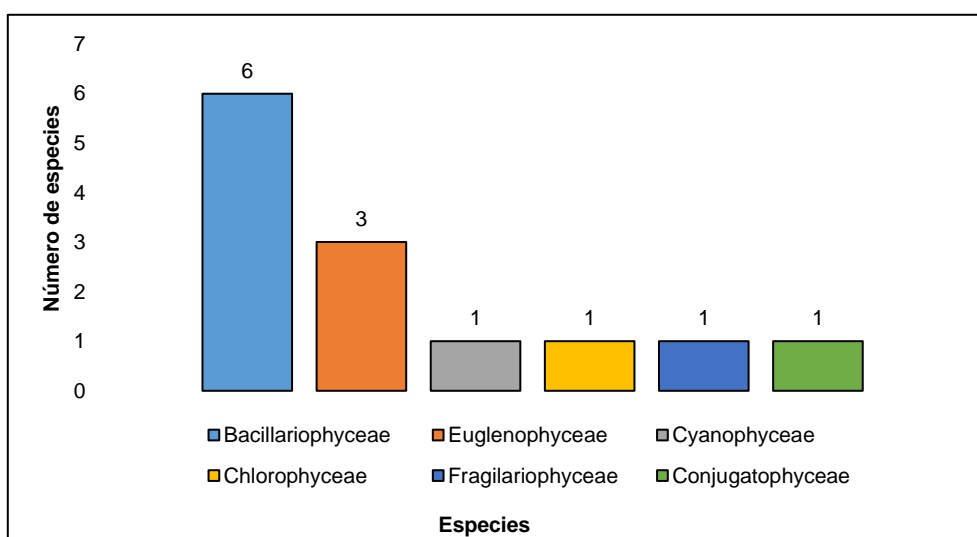
Fuente. Autoría Propia

La riqueza y composición taxonómica en general para las fuentes hídricas evaluadas, estuvo representado por 6 clases taxonómicas, en donde se destaca la presencia

de la clase Bacillariophyceae, registrando un total de 6 especies. Seguido de esta, se encontró la clase Euglenophyceae con una riqueza de 3 especies. Finalmente, las clases con menor composición de especies fueron Cyanophyceae, Fragilariophyceae, Chlorophyceae y Conjugatophyceae reportando una única especie respectivamente (**figura 17**).

Figura 17

Riqueza de fitoplancton



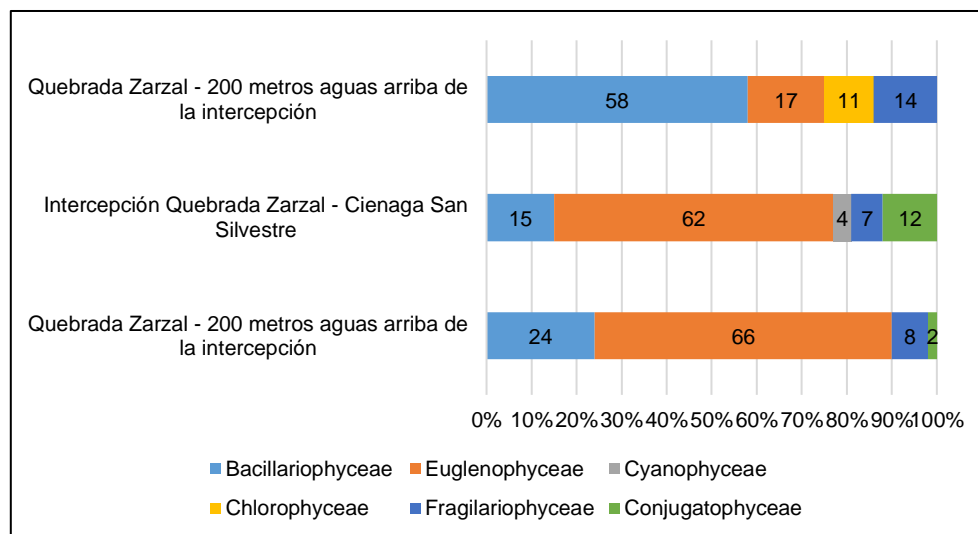
Fuente. Autoría Propia

Cabe destacar, que las morfoespecies representantes dentro de la clase Bacillariophyceae, en general tienen la habilidad de generar estructuras silíceas que facilita su adhesión a cualquier tipo de sustrato (Siqueiros-Beltrones, 2014), y la prevalencia de estas algas es debida a que pueden encontrarse en ambientes con sustratos burdos y con fuertes gradientes, una extensa cobertura vegetal y baja conductividad, hasta ambientes con buenos sustratos, pequeños gradientes, gran conductancia, estables y poca cobertura vegetal.

En la **figura 18**, se encuentran las abundancias relativas a nivel de clase para el fitoplancton caracterizado en las estaciones monitoreadas. En ellas se registraron un total de 6 clases taxonómicas, en donde se observó una notable tendencia a la dominancia por parte de la clase Euglenophyceae, registrándose en los 3 puntos de monitoreo con porcentajes de abundancia entre 17% a 66%. Seguida de esta, la clase con mayor distribución de organismos fue Bacillariophyceae, la cual estuvo presente en los 3 puntos evaluados, con porcentajes de abundancia de 24% a 58%. A su vez la clase Fragilariophyceae estuvo presente en las 3 estaciones de muestreo con abundancias relativas de 8% a 14%. Finalmente, las clases taxonómicas que presentaron la menor abundancia de individuos fueron Conjugatophyceae, Chlorophyceae y Cyanophyceae, hallándose respectivamente en 2, 1 y 1 estación, con porcentajes de abundancia entre 2% a 12%.

Figura 18

Porcentaje Abundancia de fitoplancton



Fuente. Autoría Propia

El grupo de las Euglenophyceae fue representativo en el presente monitoreo, mostrando densidades algales altas. En general la clase Euglenophyceae, representan el

10% de las algas conocidas. Son consideradas cosmopolitas, indicadoras de alteraciones en el ambiente, en este caso particular los géneros *Phacus*, *Euglena* y *Trachelomonas* son indicadores de alto contenido de materia orgánica. De forma general, las integrantes de esta clase son de gran importancia ecológica en los procesos de sucesión planctónica, ya que son organismos primarios que preparan el entorno para la llegada de algas secundarias y terciarias con estructuras y formas de vida más complejas.

Índices ecológicos. En la tabla 41, se presentan los resultados obtenidos a partir del cálculo de los índices de riqueza de Margalef, uniformidad de Pielou, diversidad de Shannon y dominancia de Simpson, para la comunidad de fitoplancton presente en los puntos evaluados.

Tabla 41

Índices ecológicos fitoplancton

Estaciones de muestreo	No. de especies	Abundancia	Riqueza (Margalef)	Uniformidad (Pielou)	Diversidad (Shannon)	Dominancia (Simpson)
Quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción	6	856	0,74	0,80	1,44	0,30
Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre	8	955	1,02	0,93	1,93	0,16
Quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción	7	509	0,96	0,95	1,85	0,17

Fuente. Autoría Propia

En general, el índice de Margalef indicó que la comunidad de fitoplancton se encontró pobremente enriquecida con valores que oscilaron entre 0,74 a 1,02 bits. De igual forma, el índice de Shannon corrobora la pobre diversidad biológica de los puntos evaluados, con valores que se encontraron entre 1,44 a 1,93 bits/Ind. Por otra parte, los índices de uniformidad de Pielou y dominancia de Simpson se encontraron entre 0,80 a 0,95 unidades y 0,17 a 0,30 unidades respectivamente, indicando que en las poblaciones

muestreadas la abundancia de organismos es similar entre las especies que habitaban en cada uno de los puntos, sin existir una dominancia por parte de una de ellas.

Zooplankton

- **Composición taxonómica.** La caracterización del zooplankton realizada para las fuentes hídricas monitoreadas, en conjunto registró 12 especies que hacen parte de 10 familias, representados en 5 órdenes, pertenecientes a 5 clases taxonómicas, dentro de 4 phylum (tabla 42). Las morfoespecies registradas presentan un tipo de bioindicación para aguas acidas con gradientes de oxigenación y alta cantidad de materia orgánica, en sistemas oligotróficos a eutróficos.

Tabla 42

Composición taxonómica del zooplankton

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	Bioindicación
Nemata	-----	-----	-----	<i>Morfoespecie 2</i>	Contaminación con materia orgánica
				<i>Arcella sp.1</i>	Baja carga orgánica
				<i>Arcella sp.2</i>	Baja carga orgánica
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Diffugia sp.</i>	Oligotrofia y aguas acidas
				<i>Centropyxis sp.</i>	eutrofia
				<i>Hyalosphenia sp.</i>	Oligotrofia y aguas acidas
				<i>Lepadella sp.</i>	Eutrofia
				<i>Platyias sp.</i>	-----
Rotifera	Monogonta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella sp.</i>	Alta cantidad de materia orgánica
				<i>Polyarthra sp.</i>	Aguas con alta oxigenación
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina sp.</i>	Aguas con baja oxigenación y alta conductividad
	Maxillopoda	-----	-----	<i>Morfoespecie 1</i>	Aguas moderadamente contaminadas

Fuente: AlgaeBase: base de datos global de taxonomía, nomenclatura e información distributiva de algas.

- Abundancia y riqueza.** En la tabla 43, se presentan los reportes de abundancia, expresada en número de individuos por litro y de riqueza, indicada como número de morfoespecies para las estaciones monitoreadas. En los puntos evaluados la comunidad del zooplancton se encontró representada por un total de 274 Ind/L. En general, los resultados mostraron que la composición de individuos para las estaciones monitoreadas presenta diferencias significativas. Específicamente, para los 3 puntos monitoreados, la mejor abundancia se reportó en la estación quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción con 147 Ind/L distribuidos en 5 especies, seguido por Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre con 73 Ind/L distribuidos en 5 especies. Por el contrario, el punto que presentó la menor abundancia en este monitoreo se localizó en la estación quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción con 54 Ind/L distribuidos en 4 morfoespecies.

Tabla 43*Abundancia (Ind/L) y riqueza del zooplancton*

Especie	quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción	Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre	quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción
<i>Morfoespecie 2</i>		16	
<i>Arcella sp.1</i>	48		
<i>Arcella sp.2</i>	22		
<i>Diffflugia sp.</i>			12
<i>Centropyxis sp.</i>		10	14
<i>Hyalosphenia sp.</i>			9
<i>Lepadella sp.</i>			19
<i>Platylas sp.</i>		9	
<i>Keratella sp.</i>	29	29	
<i>Polyarthra sp.</i>	29		
<i>Moina sp.</i>		9	
<i>Morfoespecie 1</i>	19		

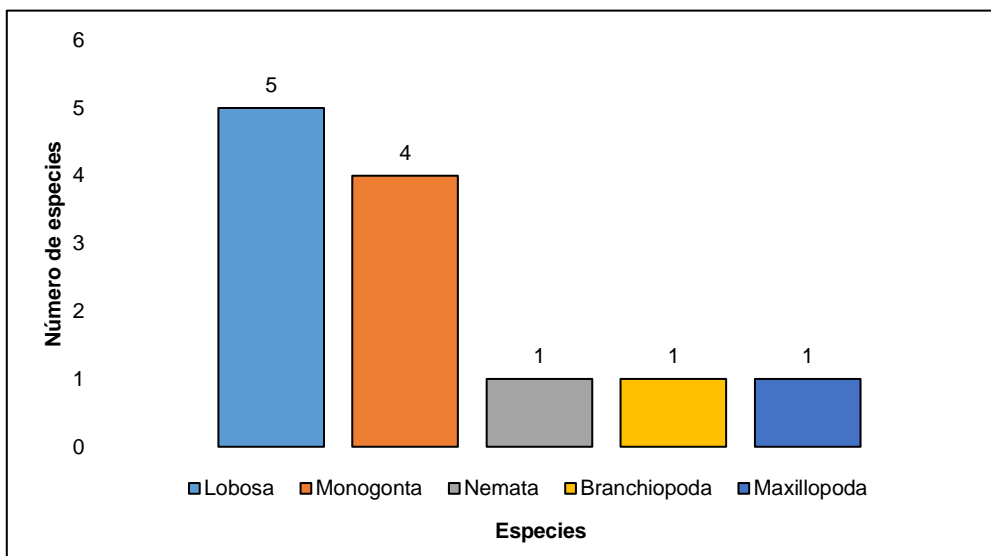
Especie	quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción	Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre	quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción
Abundancia (Ind/cm²)	147	73	54
Riqueza (No de especies)	5	5	4

Fuente. Autoría Propia

La riqueza y composición taxonómica para las fuentes hídricas evaluadas estuvo representada por 5 clases taxonómicas, en donde se observa una dominancia por parte de las clases Lobosa y Monogonta, presentando una composición de 5 y 4 morfoespecies respectivamente. Seguidamente, las clases con menor composición de especies fueron Branchiopoda, Nemata, y Maxillopoda, representadas por una única morfoespecie cada una (**figura 19**).

Figura 19

Riqueza de zooplancton



Fuente. Autoría Propia

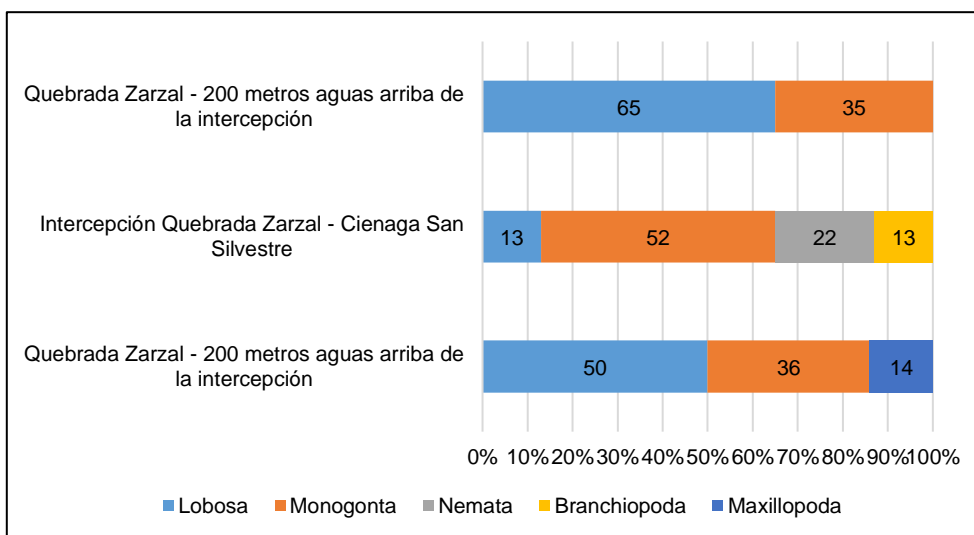
Cabe resaltar que las morfoespecies pertenecientes a las clases Lobosa y Monogonta son importantes ecológicamente, dado que estos organismos se alimentan de detritos

orgánicos. Además, a esto, estos especímenes son alimento primario para crustáceos, peces y anélidos en la cadena alimenticia acuática.

En la **figura 20**, se encuentran las abundancias relativas a nivel de clase para el zooplancton caracterizado en los puntos evaluados. En los resultados, se puede observar una comunidad zooplanctónica dominada por las clases Lobosa y Monogonta representadas en las 3 estaciones analizadas, con un porcentaje de abundancia entre 13% a 65% y 35% a 52% respectivamente. Seguido de esta, se encontraron las clases Nemata y Maxillopoda registrándose en una estación monitoreadas respectivamente con porcentajes de abundancia de 13% a 22%. Por otra parte, la clase Branchiopoda presentó la menor distribución en el presente monitoreo, encontrándose en 1 estación, con un porcentaje de abundancia de 13%.

Figura 20

Porcentaje de abundancia de zooplancton



Fuente. Autoría Propia

De manera general, la concurrencia de la clase taxonómica Lobosa en los puntos de monitoreo, indica la presencia de materia orgánica, debido a que estos organismos se alimentan de ella, como es el caso del género *Arcella*, el cual fue uno de los más

abundantes y que es considerado indicador de alteraciones en el ambiente de sistemas oligotróficos.

- **Índices ecológicos.** En la tabla 44, se presentan los resultados obtenidos a partir del cálculo de los índices de riqueza de Margalef, uniformidad de Pielou, diversidad de Shannon y dominancia de Simpson, para la comunidad de zooplancton presente en los puntos evaluados.

Tabla 44

Índices ecológicos zooplancton

Estaciones de Muestreo	No. de especies	Abundancia	Riqueza (Margalef)	Uniformidad (Pielou)	Diversidad (Shannon)	Dominancia (Simpson)
Quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción	5	147	0,80	0,97	1,56	0,22
Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre	5	73	0,93	0,92	1,49	0,26
Quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción	4	54	0,75	0,97	1,35	0,27

Fuente. Autoría Propia

En general, el índice de Margalef, mostro que la comunidad de zooplancton bajamente enriquecida, con valores que oscilaron entre 0,75 a 0,93 bits. De igual forma, el índice de Shannon presento una pobre diversidad biológica de los puntos evaluados, con valores que se encontraron entre 1,35 a 1,49 bits/Ind. Por otra parte, los índices de uniformidad de Pielou y dominancia de Simpson se encontraron entre 0,92 a 0,97 unidades y 0,26 a 0,27 unidades respectivamente, indicando que en las poblaciones muestreadas la abundancia de organismos se encuentra equitativamente distribuida sin existir dominancia por parte de alguna de las especies que allí habitaban.

Macrófitas

- **Composición taxonómica.** La caracterización de los macrófitas acuáticas realizada para los tramos monitoreados, registró en conjunto un total de 4

taxas, pertenecientes a 4 familias, 3 órdenes, 2 clases taxonómicas, agrupadas en 2 divisiones (tabla 45). En general, la comunidad de macrófitas acuáticas se caracterizó por estar presente en los 3, siendo más abundante en el punto Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre, dado que las características de este punto (bajo flujo de corriente y alta tasa de sedimentación) permiten el desarrollo de esta comunidad.

Tabla 45

Composición taxonómica de macrófitas

División	Clase	Orden	Familia	Taxa
Magnoliophyta	Liliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichornia sp.</i>
			Onagraceae	<i>Heteranthera sp.</i>
Pteridophyta	Polypodiopsida	Poales	Poaceae	<i>Hymenachne sp.</i>
		Salvinales	Salviniaceae	<i>Salvinia sp.</i>

Fuente. Autoría Propia

- Porcentaje de cobertura.** En la tabla 46, se presentan los porcentajes de cobertura de macrófitas para cada una de las fuentes muestreadas. En ellas podemos observar que la familia más abundante es Salviniaceae ya que fue encontrada en las 3 estaciones de muestreo, arrojando un porcentaje de cobertura que van desde el 25% al 100%, siendo una familia completamente dominante en las zonas evaluadas. Así mismo la especie *Hymenachne sp.* fue abundante en el presente monitoreo, encontrándose en las 3 estaciones muestreadas, con porcentajes de cobertura entre 16-92%. La tercera familia con mayor registro fue Pontederiaceae registrada en 2 de las localidades, con porcentajes de cobertura de 44% a 76%. Finalmente, la familia menos dominante fue Onagraceae, la cual estuvo presente únicamente en la estación

Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre, con porcentaje de cobertura de 76%.

Tabla 46

Porcentaje de cobertura y riqueza de macrófitas

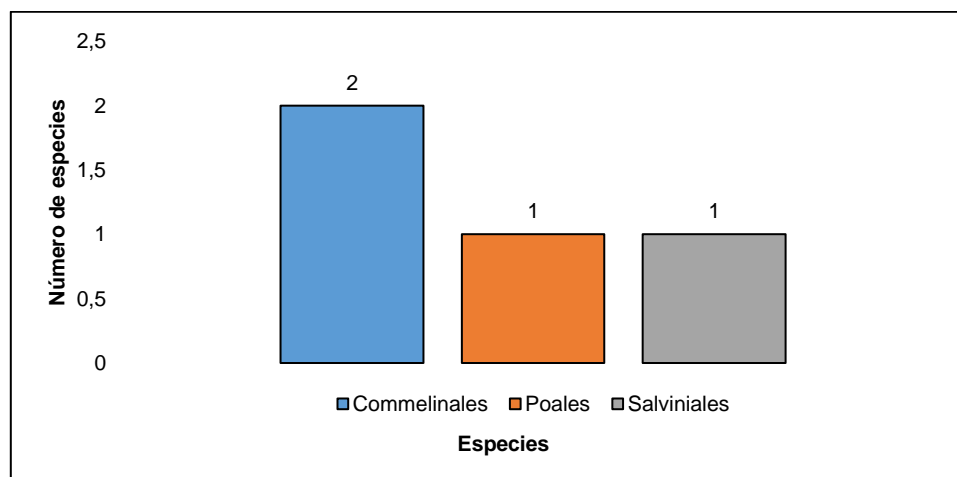
Clase	Orden	Familia	Taxa	quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción	Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre	quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción
Liliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichornia sp.</i>		44	76
		Onagraceae	<i>Heteranthera sp.</i>		76	
	Poales	Poaceae	<i>Hymenachne sp.</i>	16	16	92
Polyodiopsida	Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia sp.</i>	25	25	100
Riqueza (No de especies)				2	4	3

Fuente. Autoría Propia

Riqueza y composición taxonómica. La riqueza y la composición taxonómica para el conjunto de fuentes hídricas monitoreadas estuvieron representadas principalmente por el orden Commeliales, el cual presento una riqueza de dos morfoespecies, mientras que los órdenes Poales y Salviniales solo presentó una única especie (figura 21).

Figura 21

Riqueza de macrófitas



Fuente. Autoría Propia

Fauna Íctica

- **Composición taxonómica.** La caracterización de peces realizada para las fuentes hídricas durante este monitoreo registro la presencia de 7 especies, que hacen parte de 3 familias, representadas en 2 órdenes, dentro de 1 clase taxonómica, agrupadas en 1 phylum (tabla 47).

Tabla 47

Composición taxonómica de peces

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa
Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Characidae	<i>Astyanax sp.1</i>
				<i>Astyanax sp.2</i>
		Siluriformes	Pimelodidae	<i>Brycon sp.</i>
				<i>Saccoderma sp.</i>
		Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	
				<i>Sorubim cuspicaudus</i>
				<i>Pimelodus blochii</i>

Fuente. Autoría Propia

- **Abundancia y Riqueza.** En la tabla 48, se presentan los reportes de abundancia, expresada en número de individuos capturados y de riqueza, indicada como número de morfoespecies, para las estaciones monitoreadas.

Los resultados arrojaron un total de 7 especies identificadas. La estación con mayor abundancia íctica fue Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre con 3 especies y una abundancia de 10 individuos capturados. Seguida de esta, la estación quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción presentó la mayor abundancia con 8 individuos capturados y una riqueza de 4 especies. Finalmente, la estación quebrada Zarzal - 200 metros

aguas arriba de la intercepción presentó la menor abundancia de especies, con 5 individuos capturados y una riqueza de 4 especies.

Tabla 48

Abundancia (No de individuos) y riqueza de peces

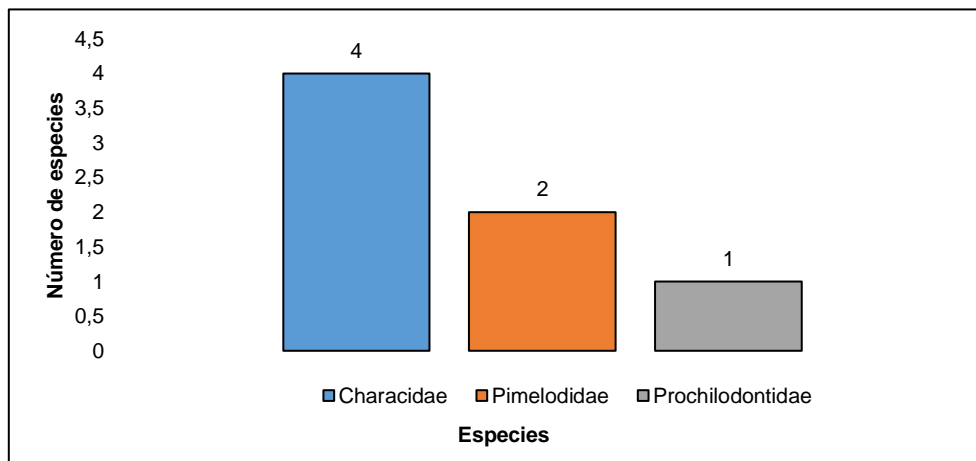
Orden	Familia	Taxa	quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción	Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre	quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax sp.1</i>	3		2
		<i>Astyanax sp.2</i>		5	
		<i>Brycon sp.</i>	1		
		Prochilodontidae	<i>Saccoderma sp.</i>		2
Siluriformes	Pimelodidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>		3	3
		<i>Sorubim cuspicaudus</i>			1
		<i>Pimelodus blochii</i>	1		2
Abundancia (No de individuos)			5	10	8
Riqueza (No de especies)			4	3	4

Fuente. Autoría Propia

La riqueza y la composición taxonómica para el conjunto de fuentes hídricas monitoreadas estuvieron representadas principalmente por la familia Characidae, dado que presentó la mayor riqueza con un total de 4 especies. Seguida de esta, la familia Pimelodidae presentó una riqueza de 2 especies. Finalmente, la familia Prochilodontidae presentó la menor riqueza estando representada por tan solo una especie (**figura 22**).

Figura 22

Riqueza de peces

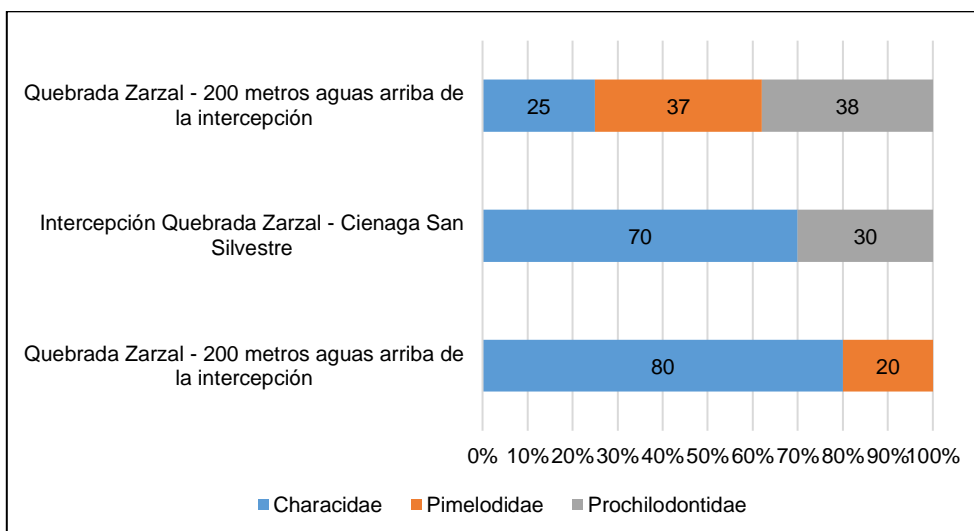


Fuente. Autoría Propia

La **figura 23**, representa las abundancias relativas a nivel de familia para los peces caracterizados en los puntos evaluados. En ellos se puede observar una dominancia por parte de la familia Characidae la cual se registra en las tres estaciones monitoreadas con reportes de ictiofauna encontrándose en un porcentaje de 25% a 80%. Mientras que las familias Pimelodidae y Prochilodontidae se registraron en dos estaciones de muestreo cada una, con porcentajes de dominancia del 20% a 37% y 30% a 38% respectivamente.

Figura 23

Porcentaje de abundancia de peces



Fuente. Autoría Propia

- **Índices ecológicos.** En la Tabla 49, se presentan los resultados obtenidos a partir del cálculo de los índices de riqueza de Margalef, uniformidad de Pielou, diversidad de Shannon y dominancia de Simpson, para la comunidad íctica presente en los puntos evaluados.

Tabla 49*Índices ecológicos de ictiofauna*

Estaciones de muestreo	No. de especies	Abundancia	Riqueza (Margalef)	Uniformidad (Pielou)	Diversidad (Shannon)	Dominancia (Simpson)
Quebrada Zarzal - 200 metros aguas arriba de la intercepción	3	5	1,24	0,87	0,95	0,44
Intercepción quebrada Zarzal - Ciénaga San Silvestre	3	10	0,87	0,94	1,03	0,38
Quebrada Zarzal - 200 metros aguas abajo de la intercepción	4	8	1,44	0,95	1,32	0,28

Fuente. Autoría Propia

En general, el índice de Margalef, mostro una comunidad íctica bajamente enriquecida, con valores que oscilaron entre 0,87 a 1,44 bits. A su vez, el índice de Shannon presenta una pobre diversidad biológica en general para los puntos evaluados con valores que se hallaron entre 0,95 a 1,32 bits/Ind. Por otra parte, los índices de uniformidad de Pielou y dominancia de Simpson se encontraron entre 0,87 a 0,95 unidades y 0,28 a 0,44 unidades, indicando que en las poblaciones muestreadas la abundancia de organismos presenta dominancias variadas a lo largo de los sitios monitoreados, pero con una tendencia a la dominancia por parte de ciertas especies.

Fase 3. Medidas Técnicas de Restauración Ambiental, para el Área de Influencia de la Quebrada el Zarzal sobre la Ciénaga San Silvestre

Se ejecutaron tres visitas técnicas de campo los días martes 9 de marzo de 7:00 am a 4:00 pm, lunes 5 de julio de 11:00 am a 3:00 pm y viernes 10 de septiembre de 1:00 pm a

5:30 pm del año 2021, abarcando con lo anterior el horario de la mañana y tarde, con el objetivo de identificar los impactos ambientales a los que se encuentra sometida el área de influencia para la intercepción de la quebrada el Zarzal con la Ciénaga San silvestre.

Las visitas técnicas de campo tuvieron el acompañamiento de 2 (dos) profesionales 1 (un) biólogo, y (1) un ingeniero ambiental, los cuales con su amplia experiencia trazaron la metodología a seguir en campo, en función de la identificación de impactos, a continuación, se mencionan las tareas realizadas:

- Ubicación de los puntos de evaluación ambiental (la intercepción de los dos cuerpos de agua, el punto 200 metros aguas arriba y 200 metros aguas abajo, mediante la ayuda del equipo de Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
- Recorrido por el área de estudio para la identificación y consignación de aspectos e impactos ambientales en bitácoras.
- Toma de registros fotográficos que soporten las evidencias identificadas.

Estas visitas de campo permitieron recolectar información primaria, mediante los recorridos a pie, las anotaciones en bitácoras y así mismo con las fotografías recolectadas, todo ello con el fin de fortalecer el proceso de evaluación de aspectos e identificación de impactos ambientales mediante la metodología Empresas Públicas de Medellín (EPM), teniendo como contexto el siguiente análisis ambiental realizado para los recursos naturales presentes en este ecosistema circundante al área de estudio quebrada el Zarzal – Ciénaga san silvestre; se pudo observar un alto grado de alteración ambiental por las actividades antrópicas desarrolladas por el hombre, entre las cuales tenemos ampliación de fronteras

agropecuarias, deforestación, quema de bosques, disminución de la cobertura vegetal natural, captaciones de agua, entre otros. (Ver figura 24).

Figura 24

Registro fotográfico recorridos oculares por el área de influencia



Fuente. Autoría Propia

Determinación de las Actividades que se Desarrollan para la Realización del Proyecto

Recurso Hídrico. Es importante destacar que, en estudios realizados por la autoridad ambiental (CAS) a la quebrada el Zarzal, esta fuente hídrica ha tenido que soportar múltiples descargas que han ocasionado a lo largo del tiempo una sobrepresión trayendo consigo serias afectaciones en cuanto a su cantidad y calidad como la disminución de la oxigenación de sus aguas y la mortandad de peces (Suárez, 2016). Con base y para corroborar lo anterior, se realizaron tres visitas oculares al área de estudio intercepción quebrada El Zarzal- Ciénaga San Silvestre, tanto aguas arriba como aguas abajo el punto principal de muestreo, en donde se pudieron identificar los siguientes focos de contaminación:

- **Vertimientos.** Se identificaron 100 metros aguas arriba dos efluentes sobre la quebrada el Zarzal, provenientes de actividades domésticas y agropecuarias, lo que se refleja en un aporte de carga orgánica a las aguas, afectando directamente la concentración del oxígeno disuelto y el pH, lo que genera afectaciones y cambios en el ecosistema acuático de la zona, se observó en algunas áreas del cuerpo de agua, la presencia de plantas macrófitas, y cieno o lodo en descomposición relacionadas al proceso de eutrofización, lo cual genera a su vez la emanación de olores ofensivos. Todo lo anterior cataloga a la misma como un foco de proliferación de vectores biosanitarios, que alteran las condiciones naturales de este sector. (**Ver figura 25**)

Figura 25

Registro fotográfico vertimientos y formación de Cieno, área de influencia



Fuente. Autoría Propia

- **Residuos sólidos.** Actualmente Barrancabermeja en su área urbana pasa por una problemática ambiental en cuanto al manejo de los residuos sólidos, esta situación no es ajena en el área rural o natural, para este estudio en el área de influencia de la intercepción de la quebrada el Zarzal y la Ciénaga San Silvestre, en donde se encontraron bolsas plásticas, envolturas de comida, icopor, guantes, botellas de gaseosas, tablas, trapos dentro del cauce de la corriente hídrica, ocasionando alteración en las características físicas y químicas del agua. (Ver figura 26).

Figura 26

Registro fotográfico presencia de residuos sólidos, área de influencia

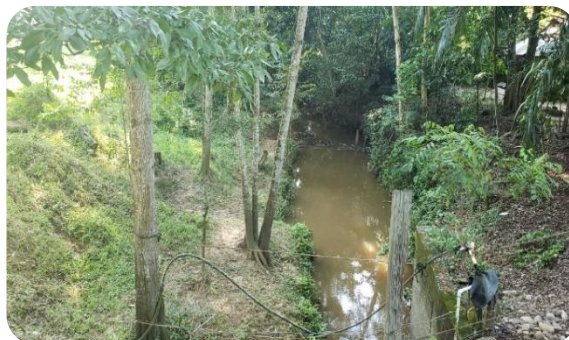


Fuente. Autoría Propia

- **Captaciones de agua.** De acuerdo con el recorrido realizado 200 metros aguas arriba y abajo del punto principal de intercepción, se observaron captaciones de agua de la quebrada utilizada por fincas para el riego de cultivos y para bebederos de animales (búfalos), lo que conlleva a un impacto ambiental que afecta el caudal ecológico y repercute en la disminución del mismo, sumado a esto los fenómenos ambientales como “El Niño” pone en riesgo el caudal de la quebrada. (Ver figura 27).

Figura 27

Registro fotográfico captaciones de agua en fuente hídrica, área de influencia



Fuente. Autoría Propia

Recurso Suelo. La intervención del recurso suelo en la ronda hídrica de influencia sobre la intercepción quebrada El Zarzal- Ciénaga San Silvestre, ha ocasionado procesos de inestabilidad del terreno, producto de la deforestación mediante talas y quemas controladas, establecimiento de monocultivos, cambios morfológicos en los horizontes edáficos, intervención de drenajes naturales, cambio en el uso del suelo, presencia de residuos sólidos y empobrecimiento de la capa orgánica por el exceso de aplicación de agroquímicos que contribuyen a la erosión del suelo, esto debido a una ampliación de la frontera agropecuaria establecida en dicho sector de estudio. (**Ver figura 28**).

Figura 28

Registro fotográfico afectaciones sobre el suelo, área de influencia





Fuente. Autoría Propia

Recurso Aire. Con base en el estado actual del punto de intercepción de la quebrada El Zarzal – Ciénaga San Silvestre, se pudieron identificar tres (3) focos de afectación en la calidad del recurso aire:

Olores Ofensivos. En los tres recorridos realizados al área de estudio, se pudieron identificar fuertes olores, que provenían de la acumulación de residuos sólidos en algunas partes de la ronda hídrica en referencia, esto así mismo ocasiona que al descomponerse, generen emisiones de olores desagradables. Por otra parte, los vertimientos realizados por las actividades domésticas y agropecuarias como la cría de búfalos, vacas, cerdos, cabras y aves de corral, entre otros, aumenta la corriente de olores ofensivos. Finalmente, otro factor a tener en cuenta dentro de la contaminación del aire son las chimeneas industriales, establecidas por el desarrollo de las diferentes actividades comerciales realizadas, así como la emanación de humos, olores y/o vapores que genera la refinería de Barrancabermeja, los cuales pueden llegar a varias zonas del municipio, lo que ocasiona un deterioro en la calidad del aire.

Emisiones Atmosféricas y Ruido. La generación de emisiones contaminantes y niveles elevados de presión sonora identificados en el área de influencia de la quebrada El Zarzal, están relacionados con el desarrollo de actividades agropecuarias y con el tránsito

de vehículos pues al encontrarse cerca de la vía principal que conduce al municipio de Barrancabermeja, y el desarrollo vial que se genera con la concesión Ruta del Cacao, hace que diferentes fuentes móviles como camiones, motos, volquetas y automóviles generen aportes de compuestos contaminantes al aire, pudiéndose encontrar en el aire dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, azufre y material particulado entre otros. (Ver figura 29)

Figura 29

Registro fotográfico afectaciones sobre el recurso aire, área de influencia





Fuente. Autoría Propia

Recurso Fauna y Flora. La deforestación mediante tala, quemas controladas o el uso de herbicidas, para el establecimiento de cultivos extensivos, acarrea la destrucción de la flora nativa y por ende genera la fragmentación de los corredores boscosos, que son el hábitat de muchas especies faunísticas, siendo esto la confirmación de algunas afectaciones identificadas en los recorridos realizados en el área de influencia de la Intercepción quebrada El Zarzal- Ciénaga San Silvestre, esta situación ocasiona cambios en el estado natural del paisaje, contaminación del aire, alteración de las características fisicoquímicas del suelo, reducción en calidad y cantidad del recurso agua, migración y extinción de diferentes especies florísticas y faunísticas, conllevando todo esto a un fuerte desequilibrio del ecosistema que allí predomina. (**Ver figura 30**).

Figura 30

Registro fotográfico afectaciones sobre el recurso flora, área de influencia



Fuente. Autoría Propia

A pesar de las alteraciones identificadas en este sector de estudio para la fuente hídrica en mención y gracias al acompañamiento del profesional de apoyo en biología se identificaron algunas especies de animales que son propias de la región las cuales se mencionan a continuación, en función de su nombre común.

- Aves: Colibrí, Guacamayas, Pato yuyo, chavarrí, Águilas cienagueras, Garza morena, Garza blanca, Carpintero, lora cabeciamarilla, chulo, tórtola, perico alas amarillas, águila caminera, cuervo o guaños, pájaro cola de tijera, azulejo, arroceros, canarios.
- Reptiles: Iguanas, bejuquilla verde o cazadora, lagarto coral, lagarto mono común.

- Anfibios: Rana de Vaillant, rana de lluvia gigante, rana terrestre colombiana, sapo gigante, salamandra de los yarigüies.
- Mamíferos: Murciélagos, ardillas, cerdos, vacas, ratas, perros y gatos.
- Insectos - microorganismos: hormigas, arañas, (**Ver figura 31**).

Figura 31

Animales identificados, visitas oculares área de influencia



Fuente. Autoría Propia

Una vez realizada la descripción de la situación actual de la zona de intercepción quebrada El Zarzal- Ciénaga San Silvestre, se evidenció una disminución en las características ambientales producto del deterioro con relación a la base natural de dichas fuentes hídricas, todo esto afectando su capacidad de soporte, puesto que este ecosistema es

susceptible a los cambios que generan las actividades antrópicas del sector de influencia, por lo cual se necesitaran largos periodos de tiempo y estrategias de restauración ambiental efectivas, para la recuperación del mismo y que este pueda volver a su estado natural.

Reconocimiento de Impactos Ambientales

Se hizo necesario con base a la metodología de identificación de Impactos ambientales de las Empresas Públicas de Medellín (EPM), relacionar las actividades susceptibles de producir impactos (ASPI), con los aspectos ambientales y los factores ambientales receptores de impactos (FARI), teniendo como producto final una matriz, que permitirá identificar las mayores afectaciones y poder aplicar medidas de remediación para mitigar dicho desequilibrio ambiental (Guzman , 2016).

- **Identificación de Aspectos Ambientales.** Una vez identificadas las actividades susceptibles de producir impactos (ASPI), se determinaron los aspectos ambientales que se desprende de las mismas. Se consideran aspectos ambientales aquellas actividades que, total o parcialmente pueden interactuar con el ambiente y pueden modificarlo de forma benéfica o adversa. A continuación, se presenta la matriz de análisis, (**Ver tabla 50**).

Tabla 50

Matriz de Aspectos Ambientales, área de influencia fuentes hídricas

Actividades Susceptibles de Producir Impactos (ASPI)	Aspectos ambientales																
	Consumo de agua	Vertimiento de aguas Residuales	Intervención de cuerpos de agua (propiedades físicas y químicas)	Aporte de sedimentos a los sistemas hídricos	Emisión de gases y/o material particulado	Emisión de ruido (aumento de presión sonora)	Emisión de olores ofensivos	Intervención del suelo	Consumo de materiales e insumos	Generación de Residuos	Intervención de la cobertura vegetal	Intervención de fauna (migración de especies)	Consumo de energía eléctrica	Participación comunitaria	Alteración de movilidad peatonal y vehicular	Incremento en riesgos de accidentalidad y de salud	Contratación de mano de obra local
Expansión de fronteras agrícolas	X	X	X	X			X		X	X	X	X					X
Quema de terreno para estabilización					X		X		X	X	X	X					X
Renovación mantenimiento de cultivos (fertilización y fumigación).	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X				X	X
Cría de animales	X	X		X	X			X	X	X	X	X		X			X
Captación de agua	X					X							X				
Tránsito de vehículos				X	X	X	X		X	X	X				X	X	X
Actividades de limpieza, domésticas y sanitarias	X	X	X	X			X	X	X	X							X

Fuente. Autoría Propia, adaptado de: Guzmán, 2016.

- Identificación de Impactos ambientales.** Un impacto ambiental es un cambio que se ocasiona en el ambiente, como resultado de los aspectos ambientales producidos, pueden ser positivos o negativos, de acuerdo a la generación de los cambios en el mismo. Para esta identificación se presenta la siguiente matriz, donde se relacionan las ASPI, los aspectos ambientales y los FARI presentes en el área de influencia de

la intercepción quebrada El Zarzal – Ciénaga San Silvestre, mediante la metodología de las Empresas Públicas de Medellín (EPM).

Tabla 51

Identificación de Impactos Ambientales

ASPI	Aspecto ambiental	FARI
Expansión de fronteras agrícolas	Intervención del suelo	SUELO Alteración de los sistemas naturales por cambio del uso del suelo Erosión y pérdida de capa orgánica Incremento de la fragilidad de los suelos y desestabilización por procesos erosivos Compactación
	Intervención de la cobertura vegetal	Alteración en la estructura de los suelos por uso de maquinaria Pérdida de la capa orgánica y los nutrientes de los suelos intervenidos
	Generación de Residuos	Infiltración de lixiviados producto de los residuos sólidos
	Consumo de agua	Agotamiento de los recursos hídricos
	Intervención de cuerpos de agua	AGUA Alteración de la calidad de aguas por arrastre de sedimentos y nutrientes Afectación de acuíferos y nacederos
	Aporte de sedimentos a los sistemas hídricos	Aceleración de procesos de eutrofización
Quema de terreno para estabilización	Emisión de gases y/o material particulado	AIRE Afectación de la dinámica hidrogeológica en la zona Alteración por quemas e incendios forestales
	Intervención de fauna	FLORA Y FAUNA Alteración de comunidades y poblaciones naturales de flora y fauna Incremento de la fragilidad de ecosistemas y su fragmentación Pérdida de recursos hidrobiológicos Alteración de áreas especiales y pérdida de biodiversidad
	Intervención de la cobertura vegetal	SUELO Alteración de los sistemas naturales por cambio del uso del suelo Erosión y pérdida de capa orgánica Incremento de la fragilidad de los suelos y desestabilización por procesos erosivos Alteración en la estructura de los suelos por uso de maquinaria Pérdida de la capa orgánica y los nutrientes de los suelos intervenidos
	Generación de Residuos	Infiltración de lixiviados producto de los residuos sólidos
Quema de terreno para estabilización	Intervención de fauna	FLORA Y FAUNA Alteración de comunidades y poblaciones naturales de flora y fauna Incremento de la fragilidad de ecosistemas y su fragmentación Pérdida de recursos hidrobiológicos

ASPI	Aspecto ambiental	FARI
		Alteración de áreas especiales y pérdida de biodiversidad
Renovación mantenimiento de cultivos (fertilización y fumigación)	Consumo de agua	Agotamiento de los recursos hídricos
	Intervención de cuerpos de agua	Alteración de la calidad de aguas por arrastre de sedimentos y nutrientes
	Aporte de sedimentos a los sistemas hídricos	Afectación de acuíferos y nacederos
	Vertimiento de aguas Residuales	Aceleración de procesos de eutrofización
	Emisión de gases y/o material particulado	Afectación de la dinámica hidrogeológica en la zona
	Emisión de olores ofensivos	Alteración por aguas residuales y procesos de eutrofización
	Intervención del suelo	Alteración por quemaduras e incendios forestales
	Consumo de materiales e insumos	Emanación de grandes cantidades de herbicidas, pesticidas.
	Intervención de la cobertura vegetal	Alteración de las características bioquímicas de los suelos
	Intervención de fauna	Acidificación de los suelos por sustancias y productos
Cría de animales	Generación de Residuos	Contaminación del suelo y alteración de la actividad biológica
	Consumo de agua	Contaminación por productos químicos
	Vertimiento de aguas Residuales	Perdida de la capa vegetal por erradicación de plantas
	Intervención de cuerpos de agua	Alteración de la actividad biológica de las especies nativas
	Aporte de sedimentos a los sistemas hídricos	Alteración del paisaje por inadecuada disposición final de residuos sólidos
	Emisión de gases y/o material particulado	Proliferación de vectores por residuos sólidos
	Generación de Residuos	Agotamiento de los recursos hídricos
	Intervención del suelo	Alteración por aguas residuales y procesos de eutrofización
	Generación de Residuos	Contaminación de las aguas por descarga lavado de áreas
	Consumo de materiales e insumos	Alteración por descarga de sedimentos y afectación de cauces.
Renovación mantenimiento de cultivos (fertilización y fumigación)	Intervención de fauna	Contaminación por metano emitido por los animales
	Consumo de agua	Contaminación por quemaduras de residuos sólidos
	Vertimiento de aguas Residuales	Alteración de las características bioquímicas de los suelos
	Intervención de cuerpos de agua	Acidificación de los suelos por sustancias y productos
	Aporte de sedimentos a los sistemas hídricos	Contaminación del suelo y alteración de la actividad biológica
	Emisión de gases y/o material particulado	Infiltración de lixiviados producto de los residuos sólidos
	Generación de Residuos	Contaminación por productos químicos
	Intervención del suelo	Contaminación por químicos y sustancias aplicadas para la cría de ganado
	Generación de Residuos	Desplazamiento de especies
	Consumo de materiales e insumos	

ASPI	Aspecto ambiental		FARI
Captación de agua.	Consumo de agua	AGUA	Alteración de la oferta natural de agua por desequilibrios en la regulación hídrica
	Consumo de Energía Eléctrica		Agotamiento de los recursos naturales
	Emisión de ruido	AIRE	Contaminación Auditiva
Tránsito de vehículos	Aporte de sedimentos a los sistemas hídricos	AGUA	Contaminación de las aguas por descarga de productos químicos Alteración por descarga de sedimentos y afectación de cauces.
	Emisión de gases y/o material particulado	AIRE	Contaminación por combustión de los vehículos.
	Emisión de ruido		Contaminación Auditiva
	Intervención del suelo	SUELO	Alteración de las características bioquímicas de los suelos Acidificación de los suelos por sustancias y productos Contaminación del suelo y alteración de la actividad biológica
	Generación de Residuos		Infiltración de lixiviados producto de los residuos sólidos
Intervención de la cobertura vegetal		Perdida de la capa vegetal por improvisación de vías	
Actividades de limpieza, doméstica y sanitarias.	Consumo de agua	AGUA	Agotamiento de los recursos hídricos
	Vertimiento de aguas Residuales		Alteración por lixiviación y procesos de eutrofización
	Intervención de cuerpos de agua		Contaminación de las aguas por descarga de productos químicos
	Aporte de sedimentos a los sistemas hídricos		Alteración por descarga de sedimentos y afectación de cauces.
	Intervención del suelo	SUELO	Alteración de las características bioquímicas de los suelos Acidificación de los suelos por sustancias y productos Contaminación del suelo y alteración de la actividad biológica
Generación de Residuos	Proliferación de vectores generados por lixiviados de los residuos sólidos		
	Intervención de la cobertura vegetal		Perdida de la capa vegetal descargas al suelo de aguas residuales sin tratamiento
	Consumo de materiales e insumos		Contaminación por productos químicos
Todas las actividades	Participación comunitaria	POLÍTICA	Fortalecimiento de la organización comunitaria Generación de espacios de participación Generación de falsas expectativas Vinculación de la comunidad en programas de agricultura
	Alteración de movilidad peatonal y vehicular	DEMOGRAFIA	Incremento de tráfico vehicular
	Incremento en riesgos de accidentalidad y de salud		Incremento en riesgo de accidentalidad de la población Generación de nuevas enfermedades
	Contratación de mano de obra local	ECONOMIA	Demanda de mano de obra local Generación de ingresos

Fuente. Autoría Propia, adaptado de: Guzmán, 2016.

A continuación, se muestra la matriz de evaluación de impactos, de acuerdo a la metodología EPM, donde esta propone unos valores cuantitativos para calificar cada uno de los criterios en un impacto, analizando el comportamiento del impacto que es generado en el área de influencia de la intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga San Silvestre; y aplicándole un valor respectivo en cuanto a la clase (C), presencia (P), duración (D), evolución (EV) y magnitud (M), (**Ver tabla 52**).

Tabla 52*Matriz de Evaluación de Impactos*

ASPI	Componente ambiental y social	Impacto Ambiental	C	P	D	EV	M	Valoración Calificación Ambiental	Importancia Ambiental	
Expansión de fronteras agrícolas	Suelo	Alteración de los sistemas naturales por cambio del uso del suelo.	-	1	0,8	0,8	0,9	7,4	Significativo	
		Erosión y pérdida de capa orgánica.	-	1	0,8	1	0,9	8,7	Muy Significativo	
		Incremento de la fragilidad de los suelos y desestabilización por procesos erosivos.	-	1	0,9	1	0,8	8,3	Muy Significativo	
		Compactación.	-	0,7	0,4	0,7	0,8	3,6	Moderado	
		Alteración en la estructura de los suelos por uso de maquinaria.	-	1	0,39	0,7	0,7	4,6	Moderado	
		Pérdida de la capa orgánica y los nutrientes de los suelos intervenidos.	-	1	0,45	1	1	8,4	Muy Significativo	
		Infiltración de lixiviados producto de los residuos sólidos.	-	0,8	0,7	0,75	1	5,9	Significativo	
		Agotamiento de los recursos hídricos.	-	0,8	0,2	0,7	0,7	3,2	Moderado	
		Alteración de la calidad de aguas por arrastre de sedimentos y nutrientes.	-	0,6	0,7	0,7	0,6	3,0	Moderado	
		Afectación de acuíferos y nacederos.	-	1	0,4	0,7	0,9	5,6	Significativo	
	Agua	Aceleración de procesos de eutrofización	-	0,7	0,5	0,6	0,8	3,4	Moderado	
		Afectación de la dinámica hidrogeológica en la zona.	-	0,7	0,4	0,7	0,7	3,2	Moderado	
		Aire	Alteración por quemas e incendios forestales.	-	1	0,5	0,8	0,7	5,4	Significativo

ASPI	Componente ambiental y social	Impacto Ambiental	Valoración				M	Calificación Ambiental	Importancia Ambiental
			C	P	D	EV			
Quema de terreno para estabilización	Flora y fauna	Alteración de comunidades y poblaciones naturales de flora y fauna.	-	1	0,4	1	0,8	6,8	Significativo
		Incremento de la fragilidad de ecosistemas y su fragmentación.	-	0,8	0,4	1	0,7	4,9	Moderado
		Pérdida de recursos hidrobiológicos.	-	0,9	0,5	0,85	0,7	5,1	Significativo
		Alteración de áreas especiales y pérdida de biodiversidad.	-	1	0,3	0,8	0,8	5,4	Significativo
	Aire	Alteración por quemas e incendios forestales.	-	1	0,5	0,8	0,7	5,4	Significativo
		Alteración de los sistemas naturales por cambio del uso del suelo.	-	0,8	0,7	0,8	0,8	5,3	Significativo
		Erosión y pérdida de capa orgánica.	-	1	0,8	0,9	0,9	8,1	Muy Significativo
		Incremento de la fragilidad de los suelos y desestabilización por procesos erosivos.	-	0,9	0,9	0,9	0,8	7,0	Significativo
	Suelo	Alteración en la estructura de los suelos por uso de maquinaria.	-	1	0,39	0,7	0,7	4,6	Moderado
		Pérdida de la capa orgánica y los nutrientes de los suelos intervenidos.	-	0,8	0,3	0,8	0,7	3,9	Moderado
		Infiltración de lixiviados producto de los residuos sólidos.	-	0,7	0,19	0,6	0,8	2,8	Moderado
		Alteración de comunidades y poblaciones naturales de flora y fauna.	-	1	0,4	1	0,8	6,8	Significativo
	Flora y fauna	Incremento de la fragilidad de ecosistemas y su fragmentación.	-	0,8	0,4	1	0,7	4,9	Moderado
		Pérdida de recursos hidrobiológicos.	-	0,9	0,5	0,85	0,7	5,1	Significativo
		Alteración de áreas especiales y pérdida de biodiversidad.	-	1	0,3	0,8	0,8	5,4	Significativo
		Agotamiento de los recursos hídricos.	-	0,8	0,7	0,8	0,8	5,3	Significativo
Agua	Alteración de la calidad de aguas por arrastre de sedimentos y nutrientes.	-	1	0,7	0,6	0,8	5,5	Significativo	
	Afectación de acuíferos y nacederos.	-	1	0,4	0,7	0,9	5,6	Significativo	
	Aceleración de procesos de eutrofización.	-	0,8	0,19	0,7	0,8	3,6	Moderado	

Renovación
mantenimiento de
cultivos (fertilización y

ASPI	Componente ambiental y social	Impacto Ambiental	Valoración					Calificación Ambiental	Importancia Ambiental
			C	P	D	EV	M		
Cría de animales	Aire	Afectación de la dinámica hidrogeológica en la zona.	-	0,7	0,4	0,7	0,7	3,2	Moderado
		Alteración de las propiedades físicas y químicas por aguas residuales.	-	1	0,4	0,9	0,8	6,2	Significativo
		Alteración por quemas e incendios forestales.	-	1	0,5	0,8	0,7	5,4	Significativo
		Emanación de grandes cantidades de herbicidas, pesticidas.	-	0,9	1	0,8	0,8	6,7	Significativo
		Alteración de las características bioquímicas de los suelos.	-	0,9	1	0,8	1	7,7	Muy Significativo
	Suelo	Acidificación de los suelos por sustancias y productos.	-	1	1	0,7	1	7,9	Muy Significativo
		Contaminación del suelo y alteración de la actividad biológica.	-	1	1	0,65	0,65	6,0	Significativo
		Contaminación por productos químicos.	-	0,8	0,8	0,8	0,85	5,7	Significativo
		Perdida de la capa vegetal por erradicación de plantas.	-	0,9	0,4	0,87	0,85	5,7	Significativo
		Alteración de la actividad biológica de las especies nativas.	-	1	0,9	0,6	0,6	5,2	Significativo
	Fauna y flora	Alteración del paisaje por inadecuada disposición final de residuos sólidos.	-	0,9	0,9	0,8	0,6	5,5	Significativo
		Proliferación de vectores por residuos sólidos.	-	0,7	0,25	0,5	0,6	2,0	Poco Significativo o Irrelevante
		Agotamiento de los recursos hídricos.	-	1	0,35	0,7	0,7	4,5	Moderado
	Agua	Alteración por aguas residuales y procesos de eutrofización.	-	1	0,7	0,6	0,8	5,5	Significativo
		Contaminación de las aguas por descarga lavado de áreas.	-	0,9	0,5	0,65	0,55	3,6	Moderado
		Alteración por descarga de sedimentos y afectación de cauces.	-	0,9	0,6	0,54	0,7	4,0	Moderado
		Contaminación por metano emitido por los animales.	-	1	0,39	1	0,9	7,5	Significativo
	Aire	Contaminación por quemas de residuos sólidos.	-	1	0,5	0,8	0,7	5,4	Significativo
		Suelo	Alteración de las características bioquímicas de los suelos.	-	0,8	0,7	0,7	0,7	4,4
	Acidificación de los suelos por sustancias y productos.		-	1	1	0,65	0,65	6,0	Significativo

ASPI	Componente ambiental y social	Impacto Ambiental	Valoración					Calificación Ambiental	Importancia Ambiental	
			C	P	D	EV	M			
Captación de agua		Contaminación del suelo y alteración de la actividad biológica.	-	0,8	0,8	0,7	0,76	4,9	Moderado	
		Infiltración de lixiviados producto de los residuos sólidos.	-	0,7	0,7	0,75	0,7	4,0	Moderado	
		Contaminación por productos químicos.	-	0,7	0,3	0,6	0,75	2,8	Moderado	
		Contaminación por químicos y sustancias aplicadas para la cría de ganado.	-	0,8	0,8	0,8	0,85	5,7	Significativo	
		Desplazamiento de especies.	-	0,9	0,9	0,9	0,75	6,7	Significativo	
	Fauna	Alteración de la oferta natural de agua por desequilibrios en la regulación hídrica.	-	0,7	0,6	0,5	0,7	3,0	Moderado	
		Agotamiento de los recursos naturales.	-	0,8	0,4	0,7	0,75	3,9	Moderado	
		Aire	Contaminación Auditiva.	-	0,4	0,2	0,5	0,44	0,9	Poco Significativo o Irrelevante
		Agua	Contaminación de las aguas por descarga de productos químicos.	-	0,9	0,8	0,7	0,75	5,5	Significativo
			Alteración por descarga de sedimentos y afectación de cauces.	-	0,8	0,8	0,7	0,8	5,1	Significativo
Tránsito de vehículos	Aire	Contaminación del aire, emisiones de GEI.	-	0,8	0,4	0,95	0,8	5,2	Significativo	
		Contaminación Auditiva.	-	0,4	0,3	0,5	0,44	1,0	Poco Significativo o Irrelevante	
	Suelo	Alteración de las características bioquímicas de los suelos.	-	0,9	0,8	0,8	0,8	6,2	Significativo	
		Acidificación de los suelos por sustancias y productos.	-	0,8	0,8	0,7	0,7	4,7	Moderado	
		Contaminación del suelo y alteración de la actividad biológica.	-	1	1	0,65	0,65	6,0	Significativo	
	Agua	Infiltración de lixiviados producto de los residuos sólidos.	-	0,7	0,19	0,6	0,8	2,8	Moderado	
		Perdida de la capa vegetal por improvisación de vías.	-	0,9	0,4	0,87	0,85	5,7	Significativo	
		Agotamiento de los recursos hídricos.	-	1	0,35	0,7	0,7	4,5	Moderado	
Actividades de limpieza, doméstica y sanitarias	Agua	Alteración por lixiviación y procesos de eutrofización.	-	0,8	0,19	0,7	0,8	3,6	Moderado	
		Contaminación de las aguas por descarga de productos químicos.	-	0,8	0,7	0,8	0,8	5,3	Significativo	

ASPI	Componente ambiental y social	Impacto Ambiental	Valoración					Calificación Ambiental	Importancia Ambiental
			C	P	D	EV	M		
Todas las actividades analizadas	Suelo	Alteración por descarga de sedimentos y afectación de cauces.	-	0,8	0,4	0,5	0,75	3,1	Moderado
		Alteración de las características bioquímicas de los suelos.	-	0,7	0,4	0,8	0,9	4,4	Moderado
		Acidificación de los suelos por sustancias y productos.	-	0,6	0,4	0,6	0,7	2,5	Poco Significativo o Irrelevante
		Contaminación del suelo y alteración de la actividad biológica.	-	0,8	0,7	0,7	0,7	4,4	Moderado
		Proliferación de vectores generados por lixiviados de los residuos sólidos.	-	0,7	0,25	0,5	0,6	2,0	Poco Significativo o Irrelevante
		Perdida de la capa vegetal descargas al suelo de aguas residuales sin tratamiento.	-	1	0,4	0,9	0,8	6,2	Significativo
		Contaminación por productos químicos.	-	0,7	0,3	0,6	0,75	2,8	Moderado
	Política	Fortalecimiento de la organización comunitaria.	+	0,5	0,4	0,7	0,6	2,1	Poco Significativo o Irrelevante
		Generación de espacios de participación.	+	1	0,19	1	1	7,6	Muy Significativo
		Generación de falsas expectativas.	-	0,69	0,15	1	0,4	2,2	Poco Significativo o Irrelevante
		Vinculación de la comunidad en programas de agricultura.	+	0,7	0,19	0,8	0,39	1,9	Poco Significativo o Irrelevante
		Incremento de tráfico vehicular.	-	0,4	0,19	1	0,2	0,8	Poco Significativo o Irrelevante
	Demografía	Incremento en riesgo de accidentalidad de la población.	-	0,8	0,19	1	1	6,1	Significativo
		Generación de nuevas enfermedades.	-	0,15	0,2	0,69	0,1	0,2	Poco Significativo o Irrelevante
	Economía	Demanda de mano de obra local.	+	1	0,19	1	0,39	3,3	Moderado
		Generación de ingresos.	+	0,99	0,19	1	0,39	3,3	Moderado

Fuente. Autoría Propia, adaptado de: Guzmán, 2016.

La evaluación ambiental, analizada mediante la metodología de las Empresas Públicas de Medellín (EPM), proporcionó evidencias que permitieron valorar las actividades antrópicas del área de influencia de dichas fuentes hídricas, en la identificación de los impactos ambientales o efectos potenciales causados al medio biótico, abiótico y

socioeconómico del entorno, de igual manera el análisis contribuye en la toma de decisiones para la planificación de estrategias de restauración ambiental sostenibles y demás medidas de manejo ambiental.

Una vez realizada la evaluación de los diferentes impactos ambientales, se identificaron los siguientes aspectos ambientales de mayor relación en cuanto a su importancia ambiental como: alteración en la estructura de los suelos, alteración en la calidad de las aguas, pérdida de la capa vegetal de la zona, incremento en la fragilidad de los suelos alteración de comunidades y poblaciones naturales de flora y fauna, los cuales ocasionan impactos muy significativos y significativos, al generar un déficit en el ciclo hidrológico, la modificación de los suelos y sus características físicas y químicas, empobreciendo la biodiversidad en su fauna y flora e impactando a su vez el paisaje.

Formulación de Estrategias de Restauración, con Base en los Impactos Ambientales

Identificados

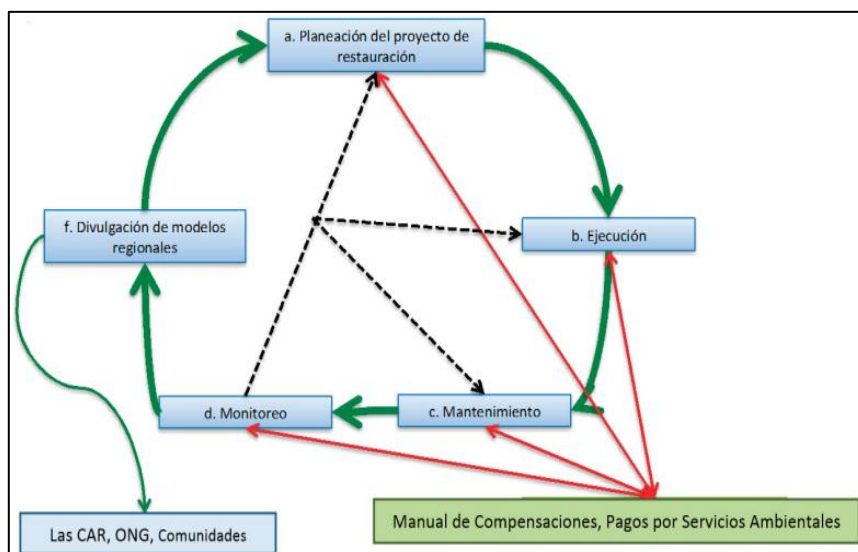
Las estrategias a plantear para los recursos naturales afectados debido a las alteraciones presentadas en las características del área de estudio intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga San Silvestre, tendran su base en funcion del Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas para Colombia, en este se presentan cinco etapas indispensables con el objetivo de que estas etapas puedan ser aplicadas, mitigando así los disturbios ambientales que dicha zona está soportando.

Etapas Aplicables para este Proyecto de Restauración Ambiental. En la siguiente figura se observan las etapas básicas para plantear un proyecto de restauración ambiental, son cinco pasos fundamentales de retroalimentación regional los cuales se relacionan entre

sí, mediante las flechas verdes, por otra parte, las flechas punteadas señalan el proceso de monitoreo, el cual se debe ejecutar periódicamente durante los primeros tres pasos (manejo adaptativo); las flechas rojas exponen la eventualidad de financiación para las diversas etapas del proyecto (ver figura 32).

Figura 32

Etapas aplicables para este proyecto de restauración ambiental



Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

- Etapa 1. Planeación del Proyecto de Restauración.** La gestión y planeación de este proyecto de restauración ambiental, involucró de manera necesaria la relación entre los diversos factores inmersos en el paisaje, las actividades antrópicas y el estado actual en que se encuentre un ecosistema, siendo estos los parámetros esenciales en la identificación de los patrones espaciales dentro de un periodo de tiempo presente y el enfoque hacia futuros escenarios, todo ello permitió crear estrategias que promueven el establecimiento de procesos sustentables a escalas locales y regionales. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

- **Etapa 2. Ejecución del Proyecto de Restauración.** El periodo del proceso de restauración estuvo definido por diferentes aspectos ecológicos, económicos y sociales que se interrelacionaron en un tiempo y espacio preciso. La escala de alteración del ecosistema afectado, la clase, magnitud e importancia de la perturbación, la resiliencia del ecosistema, los actores tensionantes y limitantes del medio, la intención política de los agentes de decisión, y los recursos monetarios disponibles para la realización de este proyecto fueron los principales elementos que definieron la duración del proceso de restauración. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

- **Etapa 3. Mantenimiento del Proyecto de Restauración.** El mantenimiento es un conglomerado de tareas necesarias para el éxito y la continuidad de un proyecto de restauración. Hay diferentes técnicas de restauración las cuales comprenden desde labores biomecánicas, hasta actividades lúdicas, con base en lo ya explicado la sostenibilidad de un proyecto de restauración ambiental obedecerá al tipo de propuesta implementada (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).
Como ejemplo se enuncian las siguientes estrategias de mantenimiento para la restauración de un ecosistema en particular:
 - Eliminación de especies invasoras o deshierbe de maleza.
 - Reposición de especies florísticas muertas.
 - Realce o aparcamiento.
 - Podas.
 - Mantenimiento de diversas tareas complementarias.

- Realizar tareas de supervisión o monitoreo a las tareas ya realizadas.
- Encerramiento del bosque.
- Enriquecimiento y suplementación del bosque.
- Recuperar especies endémicas amenazadas.
- Ubicación de barreras ecológicas.
- Creación de rondas protectoras alrededor de las fuentes hídricas.
- Redistribución de plántulas.
- Liberación de especies faunísticas en su hábitat natural.
- Aporte de sustratos benéficos al suelo.
- Jornadas de recolección de residuos sólidos.
- Revegetación de zonas desérticas o áridas por pérdida de cobertura.

(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Etapa 4. Monitoreo de la Restauración Ecológica. Se hace relevante incluir en la estructura del Plan Nacional de Restauración ecológica el componente monitoreo a escala nacional. Con base en lo anterior, se formula la ejecución de este instrumento en los primeros cuatro años, a raíz de que estos proyectos deben promover la restauración estética del paisaje y la relación intrínseca de las estrategias planteadas a nivel local y nacional, generando así un vínculo entre ecosistemas fraccionados (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Etapa 5. Divulgación de Modelos Regionales. La restauración de un ecosistema no se limita a la aplicación de una sola metodología en particular, puesto que cada espacio de terreno cuenta con unas características ecosistemas diferentes, por tal

razón se hace necesario identificar los objetivos, el alcance, los métodos y los resultados a obtener, esta información a su vez debe ser divulgada y compartida en primer lugar con las autoridades ambientales que tienen jurisdicción en el área de influencia del proyecto, y también con los diferentes entes que desarrollan una relación intrínseca al cuidado y protección del medio ambiente. Toda esta conectividad de información ya descrita anteriormente permite la construcción de diversas perspectivas que promuevan la restauración ecológica en las diferentes zonas de vida que presenta un país megadiverso como el nuestro (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Estrategias de restauración propuestas. A continuación, se presentan las estrategias propuestas para la restauración del área de influencia intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga san Silvestre, mediante la aplicación de una matriz ambiental para los diferentes recursos evaluados.

Tabla 53

Estrategia de restauración ambiental recursos naturales área de influencia intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga san Silvestre

Estrategia de restauración ambiental recursos naturales, área de influencia intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga San Silvestre										
Propósito	Formular estrategias de restauración ambiental para los recursos naturales, en el área de influencia de la intercepción quebrada el Zarzal – Ciénaga San Silvestre, las cuales sean factibles de ejecución, con el objetivo de prevenir, controlar, mitigar y/o compensar los disturbios ambientales en relación con los impulsores que los generan. Solo tomará en cuenta el cumplimiento de la siguiente normatividad ambiental: Decreto 1076/2015: Sector ambiente y desarrollo sostenible, en lo relacionado a los apartes de agua superficial.									
Alcance	Resolución 0627/2006. Medición de ruido. Resolución 2254/2017. Medición de aire. ISO 17025. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition.									
Impulsores	Tala de árboles, cría de animales, vertimientos, presencia de residuos sólidos, establecimiento de construcciones de obra civil, tareas domésticas, establecimiento y fumigación de cultivos extensivos, erradicación de malezas, quemas de terrenos para establecer de cultivos, tránsito constante de vehículos, fertilización de suelos, erradicación de malezas.									
Disturbios ambientales	Contaminación del agua, degradación del suelo, alteración de la calidad del aire, reducción de la fauna y flora, modificación en la estructura estética del paisaje.									
Significancia	Afectación Negativa									
Tipo de medida	Prevenir	X	Controlar	X	Mitigar	X	Compensar	X	Restaurar	X
Estrategias por implementar	Programa de reforestación, enriquecimiento y suplementación del bosque, desarrollo de cultivos rotatorios sostenibles, realce, aparcamiento y aplicación de compost o enmiendas, utilización de productos para fumigación de cultivos y erradicación de malezas con sello verde o naturales, caracterizaciones isocinéticas mediante el método Hi-vol y tren de muestreo de gases, pavimentación o humectación de vías, programa de seguimiento a las fuente hídrica, definición de un ciclo sostenible para la cría de animales, capacitaciones a la comunidad aleña sobre manejo de residuos y uso adecuado del vertimiento, establecimiento de franja protectora de cuerpos de agua, caracterizaciones fisicoquímicas a los puntos de muestreo de interés en la fuente hídrica, señales de tránsito para la protección del cuidado de la fauna en el sector, programas de rescate y inserción de fauna, visitas periódicas al área de estudio, sanciones en acompañamiento de la autoridad ambiental, programa de conciliación entre las partes interesadas, actividades ya mencionadas de control, mitigación o recuperación de recursos naturales, creación o planteamiento de nuevos procesos productivos amigables con el medio ambiente para la creación de empleos.									
Indicadores	N° actividades específicas realizadas, N° de visitas de campo realizadas, N° caracterizaciones ejecutadas.									
Personal idóneo en acompañamiento	Autoridad ambiental	X	Comunidad del sector	X	Otros entes (ONGs, fundaciones)					X
Periodo cumplimiento	Duración del proyecto	4 años	Lapsos de monitoreo	Trimestral	Supervisión	Periódica				

Fuente. Autoría Propia

Conclusiones

La información consignada en el presente documento solamente es válida para el monitoreo fisicoquímico e hidrobiológico realizado, en el área de influencia de los puntos de muestreo para la interceptación que la quebrada el Zarzal con la ciénaga San Silvestre, en sus puntos aguas arriba y aguas abajo, el día 05 de julio de 2021, en jurisdicción del municipio de Barrancabermeja, Santander.

Es importante realizar el trabajo de campo, con base en las especificaciones dadas en los instructivos establecidos para la toma de muestras, debido a que de estas actividades depende que los procesos siguientes como los análisis de laboratorio sean confiables.

Se corroboró en el desarrollo de las mediciones *in situ* y de laboratorio, la propiedad intrínseca de los resultados fisicoquímicos Vs la propiedad extrínseca de los resultados hidrobiológicos.

Los valores de los parámetros evaluados y relacionados a los tres puntos de muestreo, comparados juntamente con los límites máximos permisibles estipulados en el Decreto 1076, permitieron identificar que la turbiedad, los Coliformes totales y Coliformes fecales, influyeron de manera constante en dichos puntos, para el no cumplimiento con algunos usos del agua estipulados en dicha normatividad ambiental vigente.

Desde el desarrollo de este proyecto de investigación, se reconoce la importancia que tiene un área de la Química como lo es la Química ambiental, en la identificación de aspectos e impactos ambientales que afectan un recurso natural en particular, mediante la aplicación de diferentes metodologías. Siendo este el medio de proposición para diferentes actividades, que promuevan la mitigación de las barreras que alteran el ciclo natural de los

componentes fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos inmersos en los ecosistemas.

La síntesis del cálculo de los índices de contaminación del agua, realizada con base en los parámetros necesarios para tal fin, permitió dar un concepto más claro de la carga de contaminación presente en los tres puntos de muestreo, estratificando en un orden descendente el punto de muestreo 1, punto de muestreo 2 y punto de muestreo 3, lo anteriormente está relacionado con: los vertimientos en la zona, la absorción de los contaminantes *vs* la mezcla rápida, la geología del terreno, las características fisicoquímicas de los cauces, y la dinámica propia de estos cuerpos de agua, relacionada con las actividades antrópicas.

Los resultados obtenidos en el cálculo del índice de calidad del agua (ICA), para los puntos anteriormente nombrados, evidencian una correlación con la valoración encontrada para los Índices de Contaminación ICOS, (ICOMI, ICOSUS, ICOMO, ICOpH e ICOTRO). Así mismo siendo acorde a las apreciaciones ambientales observadas e identificadas en campo para dichos lugares muestreados.

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos para los tramos evaluados en fuentes hídricas monitoreadas estuvo conformada por 262 Ind/m² y 12 morfoespecies. Los índices ecológicos mostraron una comunidad pobremente enriquecida y diversificada con la abundancia de organismos similar entre las morfoespecies que habitaban en cada uno de los puntos, sin existir dominancia por parte de una de ellas. Esta composición de organismos presentó una bioindicación variada, dado que en ella se encontraron familias de macroinvertebrados indicadores de aguas poco a moderadamente contaminadas, hasta organismos de aguas muy contaminadas.

La baja composición y abundancia de la comunidad de macroinvertebrados podría deberse principalmente al constante flujo de material orgánico que se da en estos sistemas acuáticos. Sin embargo, estos eventos son favorables para que los representantes de la clase Chironomidae ocupen rápidamente estos nichos ecológicos y se muestren como el grupo taxonómico más representativo en la zona. También se debe considerar el impacto de la ganadería la cual tiene una repercusión importante sobre estas fuentes hídricas.

La calificación de BMWP/Col para las fuentes hídricas evaluadas registró una bioindicación para “aguas contaminadas”, “aguas muy contaminadas” y “aguas fuertemente contaminadas” con puntajes de BMWP/Col de 4 a 47 unidades. Este bajo valor de BMWP/Col está causado por la ausencia de familias indicadoras, las cuales influyeron fuertemente sobre el puntaje.

La comunidad de las algas perifíticas para las fuentes hídricas evaluadas estuvo conformada por 398 Ind/cm² y 12 especies. Los índices ecológicos mostraron una comunidad pobremente enriquecida y diversificada. Las abundancias registradas se distribuyeron equitativamente sin existir dominancia por parte de las morfoespecies registradas durante el monitoreo. Esta composición de organismos presento una bioindicación para aguas turbias y acidas con alta conductividad y un elevado contenido de sedimentos y materia orgánica, en sistemas que pueden ir desde ultraoligotróficos a eutróficos.

Se encontró que las morfoespecies de las clases Bacillariophyceae y Euglenophyceae presentaron la mayor diversidad y abundancia en los puntos de monitoreo, las cuales se caracterizan por ser cosmopolitas y resistentes a condiciones de contaminación.

La comunidad de fitoplancton para las fuentes hídricas evaluadas estuvo conformada por 2.322 Ind/L y 13 especies. Los índices ecológicos mostraron una comunidad pobremente enriquecida y diversificada con abundancia de organismos similar entre las morfoespecies que habitaban en cada uno de los puntos, sin existir una dominancia por parte de una de ellas. La composición fitoplanctónica presento una bioindicación para aguas turbias con alto contenido de materia orgánica, sedimentos, alta conductividad, en sistemas con tendencia de la ultraoligotrofia a eutrofia.

Las especies de la clase Euglenophyceae, se encontraron como las más abundantes y diversas en los puntos monitoreados. Esta clase taxonómica es de importancia en procesos de sucesión plantónica, además de ser indicadoras de altos niveles de turbidez, por lo que se usan para monitorear alteraciones en el ambiente. La comunidad de zooplancton para las fuentes hídricas evaluadas estuvo conformada por 274 Ind/L y 12 especies. Los índices ecológicos mostraron una comunidad pobremente enriquecida y diversificada con una abundancia de organismos con bajo porcentaje de dominancia. La composición zooplanctónica arrojó una bioindicación para aguas ácidas con gradientes de oxigenación y alta cantidad de materia orgánica, en sistemas oligotróficos a eutróficos.

La comunidad de macrófitas registro un total de 4 taxas registradas en las tres estaciones de muestreo. La familia Salviniaceae fue la más representativa para este muestro. Las cuales son plantas de amplia distribución y ecología variada. En general se puede apreciar una presencia muy marcada por parte de individuos del género *Salvinia* sp. en las estaciones muestreadas.

La comunidad íctica registro un total de 7 morfoespecies, donde la familia Characidae fue la más representativa con 4 especies, estando presente en las tres estaciones

de muestreo. En general se evidencio una comunidad íctica pobremente enriquecida con dominancia marcados por la familia Characide.

Es preciso mencionar que las fuentes hídricas monitoreadas, no representan alteraciones drásticas en las comunidades biológicas para los diferentes puntos. Adicionalmente la presencia de determinadas especies responde a patrones de sedimentación y a elevadas tasas de eutrofización. Además, se debe tener en cuenta que las fuentes hídricas analizadas se encuentran bajo la presión constante de la ganadería y otras afectaciones de índole agrícola que desarrollan en la zona, la cual genera un impacto negativo sobre la biota monitoreada.

Recomendaciones

Se recomienda implementar acciones ambientales, que permitan reducir o mitigar el impacto de los procesos antrópicos, los cuales aportan en la elevación en carga de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos, para estos puntos de muestreo.

Se recomienda realizar la totalidad de los análisis requeridos, para hacer el cálculo de los ICOS y el ICA, puesto que esta información es muy importante, para poder dar un diagnóstico representativo, de cómo se encuentra una fuente hídrica en relación a sus parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos.

Referencias Bibliográficas

- Barahona, J. (Lunes de agosto de 2015). *blogjbarahona*. Recuperado el 10 de abril de 2022, de blogjbarahona: <http://blogjbarahona.blogspot.com/2015/08/area-barrancabermeja-esuna-ciudad.html>
- Bayona, G., & Duque, A. (2018). *Estudio de amenaza por inundación y avenidas torrenciales en el área rural y urbana del municipio de Barrancabermeja*. Alcaldía de Barrancabermeja, Santander, Barrancabermeja. Recuperado el 11 de abril de 2022, de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/32520?show=full>
- Bueno , E. (2015). *Plan de Desarrollo Municipio de Barrancabermeja 2012 - 2015*. Barrancabermeja, Santander, Colombia. Recuperado el 9 de abril de 2022, de <https://santandercompetitivo.org/media/3d24ec384f9769be4b7ed2e4c94fcf7fba18d75a.pdf>
- Campoblanco, H., & Gomero, J. (enero - junio de 2000). Importancia de los ríos en el entorno ambiental. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias geográficas*, 3(5). Obtenido de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v03_n5/imp_rios.htm
- Chavarro, A., & Gélvez, E. (julio de 2016). Caracterización de la calidad de las aguas de la quebrada Fucha, utilizando los índices de contaminación ICO con respecto a la precipitación y usos del suelo. *Diario de la facultad de ciencias e ingeniería*, 20,25. Recuperado el 21 de diciembre de 2021, de <https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/mutis/article/view/1148/1191>

- Decreto 1076. (2015). *Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Bogotá, Colombia.
- Recuperado el 26 de Diciembre de 2021, de
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=78153
- EOT LEBRIJA. (2013). *Esquema de Ordenamiento Territorial*. Lebrija, Santander, Colombia.
- González, C. (17 de agosto de 2020). *Caracol RADIO*. Recuperado el 13 de abril de 2022, de Caracol RADIO:
https://caracol.com.co/emisora/2020/08/17/bucaramanga/1597689057_746607.html
- Gordillo-Guerra, J. G. (2020). *Composición y estructura de la comunidad de algas perifíticas del río Alvarado y algunos tributarios (Tolima, Colombia)* (Vol. Vol. 16(1)). Revista Facultad de Ciencias Básicas. doi:<https://doi.org/10.18359/rfcb.4870>
- Gualdrón, L. (2016). *Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos*. Informe informativo, Universidad Industrial de Santander, Santander, Bucaramanga. Recuperado el 12 de julio de 2021, de <file:///D:/%C3%81REA%20DE%20CONSULTORIA/Usuario/Downloads/4593-Texto%20del%20art%C3%ADculo-7767-1-10-20181210.pdf>
- Guzman , E. (2016). *Formulación del Plan de Gestión Ambiental (PGA) para JARGU S.A CORREDORES DE SEGUROS*. Tesis de grado, Universidad Libre, Cundinamarca, Bogotá. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10424/PROYECTO%20DE%20GRADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernandez , N. (2018). *Apoyo y soporte técnico cartográfico a la fase de diagnóstico de la revisión y ajuste del plan de ordeamiento territorial (POT) de Barrancabermeja en*

el departamento de Santander. Bogotá, Cundinamarca, Colombia. Recuperado el 5 de abril de 2022, de

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15096/HernandezOrtegaNelsonAndres2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Jaya, F. (2017). *Estudio de los Sólidos Suspendedos en el agua del río Tabaca y su vinculación con la cobertura vegetal y usos del suelo en la microcuenca*.

Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperado el 22 de diciembre de 2021, de

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28542/1/Trabajo%20de%20titulacio%20n.pdf>

Jimenez Flores, L. (2011). *Definición de un modelo edafogeomorfológico par la identificación de necesidades de manejo y recuperación de suelos a nivel local. Caso cuenca Cañada la Gorda, Machiques Colón, estado Zulia, Venezuela*. Tesis de grado, Universidad Politécnica de Madrid, Zulia. Recuperado el 14 de octubre de 2022, de

https://oa.upm.es/10711/1/02_2012_LUIS_ALFONSO_JAVIER_JIMENEZ_FLOR ES.pdf

LASERTEC. (2020). *Instructivo para la medición de variables Hidrobiológicas en campo*. Instructivo, laboraotrio ambiental, Barrancabermeja. Recuperado el 22 de octubre de 2021

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Plan Nacional de Restauración ecológica, Rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas*. Bogotá, Colombia: Grupo comunicaciones. Recuperado el 21-22-23 de diciembre de 2020, de <https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosiste>

nicos/pdf/plan_nacional_restauracion/PLAN_NACIONAL_DE_RESTAURACI%C3%93N_2.pdf

- Monje, C. A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa -Gúia didáctica*. Universidad Surcolombiana, Neiva. Recuperado el 25 de octubre de 2022, de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Montaño, C. R. (2013). *Caracterización de la comunidad de Macrófitas acuáticas en lagunas del Páramo de La Rusia (Boyacá-Colombia) (Vol. 4)*. Tunja, Boyacá, Colombia: Revista Ciencia en Desarrollo.
- Morales, L. S. (2017). *Microalgas Como Indicadores Biológicos Del Estado Trófico De Las Ciénagas De Malambo Y Santo Tomás, En El Departamento Del Atlántico* (Tesis de grado ed.). Bogotá: UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO.
- Moreno , D., Quintero, J., & López , A. (2010). *Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia*. Recuperado el 14 de julio de 2021, de <http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n78ne/eutrofia2.pdf>
- Orjuela, C., & López, M. (2011). *Índice de calidad del agua en corrientes superficiales (ICA)*. Documento explicativo, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Cundinamarca, Bogotá. Recuperado el 12 de julio de 2021, de http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/36-3.21_HM_Indice_calidad_agua_3_FI.pdf/9d28de9c-8b53-470e-82ab-daca2d0b0031
- Piedrahita, E. (2018). *Análisi del índice de calidad (ICA) é índice de contaminación (ICOS) en quebrada Villa ubicada en el Bagre, Antioquía*. Obtenido de

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/18335/2018PiedrahitaJuan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Piedrahita, J. (2018). *Análisis del índice de calidad del agua (ICA) e Índice de contaminación del agua (ICOS) Quebrada Villa ubicada en el Bagre, Antioquia.*

Tesis de grado, Universidad Santo Tomas, Cundinamarca, Bogotá. Recuperado el 12 de julio de 2021, de

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/18335/2018PiedrahitaJuan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramos, A. (2018). *Evaluación de la calidad del agua del río Ovejas por descarga de quebradas provenientes de la zona minera de la vereda Yolombó, en el*

corregimiento la Toma, Suarez, Cauca. Tesis de grado, Universidad del Valle, Valle del Cauca, Cali. Recuperado el 23 de diciembre de 2021, de

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/17781/CB%200591464.pdf?sequence=1>

Redacción BLU Radio. (2018). *Denuncian contaminación de dos quebradas por la construcción de vía en Santander.* Obtenido de

<https://www.bluradio.com/blu360/santanderes/denuncian-contaminacion-de-dos-quebradas-por-la-construccion-de-via-en-santander>


Ríos, P. (30 de diciembre de 2018). *Vanguardia Liberal.* Recuperado el 13 de abril de 2022, de Vanguardia Liberal:

<https://www.vanguardia.com/santander/barrancabermeja/sin-cifras-sobre-contaminacion-del-aire-en-el-puerto-petrolero-ECVL454088>

- Rojas, M. (2015). Tipos de investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *REDVET*, 16, 1-15. Recuperado el 21 de octubre de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63638739004.pdf>
- Roldán-Pérez, G. (2016). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica* (Vol. 40). Rionegro, Antioquia, Colombia: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. doi:<http://dx.doi.org/10.18257/raccefyfyn.335>
- Silvestrini, M., & Vargas, J. (2008). *Fuentes de información primarias, secundarias y terciarias*. Recuperado el 18 de octubre de 2020, de <https://ponce.inter.edu/cai/manuales/FUENTES-PRIMARIA.pdf>
- Siqueiros-Beltrones, D. (2014). *Diversidad de diatomeas bentónicas marinas en un ambiente ligeramente enriquecido con elementos potencialmente tóxicos* (Vol. 4). Ciudad de Mexico, Ciudad de Mexico, Mexico: Revista Mexicana de Biodiversidad. doi:10.7550/rmb.43748

Anexo

Anexo A. Reportes de Laboratorio



Lasertec
+ LABORATORIO
NIT. 900.756.884-3

Analisis Físicoquímicos y Microbiológicos para:

- Aguas
- Suelos
- Lodos
- Sedimentos
- Biota
- Ruido
- Aire
- Residuos Peligrosos

INFORME DE LABORATORIO

Código: 03 - PO - 04 Fecha: Junio 18 - 20 Versión: 03 Página: 1 de 1

DATOS DEL INFORME

Código de muestra: 220405-1 Fecha de emisión del informe: Agosto 10 de 2021

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social: Any Mañitas (Sociedad Mercantil) Teléfono: 310 684 4707

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Fecha de muestra: 05/07/2021 Departamento: Santander Tipo de muestra: Agua Superficial

Fecha de recepción: 06/07/2021 Ciudad: Barrancabermeja Lugar de muestreo: Cuadrado el Zarzal

Georreferenciación: 10° 5' 3,25" N Tipo de muestra: Segrado Punto de muestreo: 1200 m aguas arriba del punto de intersección de la Estación el Zarzal con la Carrera San Blas

73° 48' 2,30" W Hora toma de muestra: 9:42:00 a. m.

CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO DURANTE LOS ENSAYOS

Humedad (%): 68,0 Temperatura (°C): 27,0

RESULTADOS					
PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO	VALORES DE REFERENCIA	FECHA DE ANÁLISIS
a. Alcalinidad Total	SM 2320 B	mg CaCO ₃ /l	57,1	---	18/07/2021
a. Calcio	SM 2120 B	mg/l Ca	<0,020	---	18/07/2021
** Cloruro Total	SM 4500-Cl F	mg/l Cl	<0,10	---	08/07/2021
a. Cloruro	SM 4500-Cl - C	mg Cl/l	<0,00	---	18/07/2021
a. Color	SM 2120 B, SM 2111 B	mg Co/l	<0,10	---	18/07/2021
a. Color Verdadero	SM 2120 B	UPC	230	---	06/07/2021
a. Dureza Total	SM 2020 C, SM 2111 B	mg CaCl ₂	0,70	---	18/07/2021
a. DBO ₅	SM 5210 B, SM 4500-D-H	mg O ₂ /l	16,4	---	06/07/2021
a. DQO	SM 5210 C	mg O ₂ /l	30,2	---	06/07/2021
a. Dureza Total	SM 2940 C	mg CaCO ₃ /l	344	---	18/07/2021
a. Fósforo Total	SM 4500 P, P-4, D	mg P/l	1,25	---	17/07/2021
a. Hierro y Acúfenos	SM 1520 D	mg Fe/l	<0,0	---	18/07/2021
a. Hierro	SM 3020 C, SM 3111 B	mg Fe/l	5,02	---	18/07/2021
a. Magnesio	SM 3020 C, SM 3111 B	mg Mg/l	0,180	---	18/07/2021
** Mercurio	SM 3112 B	mg/l Hg	<0,005	---	15/07/2021
a. Nitrato	1 Redox No. 4431/01	mg NO ₃ -N/l	0,58	---	06/07/2021
a. Nitrato	SM 4500 NO ₃ B	mg NO ₃ -N/l	0,013	---	06/07/2021
a. Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 NH ₃ B, C	mg/l NH ₃ -N	<1,00	---	15/07/2021
a. Nitrógeno Total	SM 4500 Norg C - SM 4500 NDC	mg N/l	0,68	---	16/07/2021
a. Oligoelementos	SM 4500 O - C	mg O ₂ /l	3,78	---	06/07/2021
a. pH	SM 4500 - H + B	Unid. pH	5,76	---	06/07/2021
a. Temperatura de muestra	SM 220 B	°C	27,5	---	05/07/2021
a. Temperatura Ambiente	SM 220 B	°C	33,2	---	05/07/2021
a. Plomo	SM 3030 E, SM 3111 B	mg Pb/l	<0,010	---	18/07/2021
a. Sólidos Sedimentables	SM 2540 F	mg/l	3,00	---	05/07/2021
a. Sólidos Suspendedos Totales	SM 2540 D	mg SST/l	142,6	---	06/07/2021
a. Sulfato	SM 4500 SO ₄ - F	mg SO ₄ ⁻² /l	14,2	---	14/07/2021
a. Hidrocarburos Totales	SM 1520 D, F	mg/l	<5,00	---	18/07/2021
a. Turbiedad	SM 2130 B	UNT	1450	---	06/07/2021
a. Zinc	SM 3030 E, SM 3111 B	mg Zn/l	<0,10	---	23/07/2021
** Coliformes Termotolerantes (Fecales)	SM 9221 C	NMP/100 ml	000	---	06/07/2021
** Coliformes Totales	SM 9221 B	NMP/100 ml	00000	---	06/07/2021

Declaración de conformidad con los requisitos y/o las especificaciones: No solicitada.

Observaciones:

a) Parámetro controlado por Lasertec S.A.S ante el IDEAM según Resolución No. 0620 del 24 de Septiembre de 2020

** Parámetro controlado acreditado.

C: Información suministrada por el cliente.

Métodos de referencia

(SAS) STANDARD METHODS for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition (2017).

(ASTM) American Society of Testing Materials.


(J. Rodier) RODIER, J. Análisis del agua. Ediciones Omega. Barcelona. 91 Ed. 2013.

Este informe de laboratorio es válido únicamente para la muestra analizada y referenciada en él. Cuando la cantidad de muestras sea más de una enviada por LASERTEC S.A.S., el laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el Cliente a un tiempo de conformidad con las directrices del Cliente, asimismo, tampoco es responsable del código o la fuente de datos de cada muestra enviada. En consecuencia, los resultados no constituyen una garantía de la representatividad de la muestra y por tanto se requiere hacer y evaluar primero a la muestra tal como fue recibida.

*LASERTEC S.A.S. no es responsable de la información que los destinatarios o los beneficiarios de los reportes de análisis puedan tener en los resultados obtenidos, estos fueron suministrados por el cliente.

LASERTEC S.A.S. aplica una política de Decisión de Admisión de Muestras basada en la Guía IAC-ISO/IEC 17025 con el valor de la muestra o con 95% de nivel de confianza. Respecto al riesgo, este se ha sido considerado desde que se tomará 17025 con enfoque de su medida a través de que se regularán los controles.

Cualquier reproducción parcial de este informe requiere de la autorización de LASERTEC S.A.S.



Aprobado por: **BETH KOWAMA DELGADO C.**
QUÍMICA MP, PG-0805
COORDINADOR TÉCNICO

FIN DEL INFORME

● Contacto: 315 701 7974 - (7) 6202242

● Carrera 34A # 61-90 Gaitán

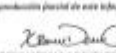
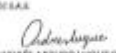
● Barrancabermeja ● Santander/Colombia

● www.lasertecclab.com

● contacto@lasertecclab.com



Analisis Fisicoquimicos y Microbiológicos para:
 ● Aguas ● Suelos ● Lodos ● Sedimentos
 ● Biota ● Ruido ● Aire ● Residuos Peligrosos

REPORT DE RESULTADOS MUESTREOS HIDROBIOLÓGICOS							
Código: 09-10-05		Fecha: Julio 16 - 20		Versión: 01		Página: 1 de 1	
Código de la muestra: 210485-1				Fecha de emisión del informe: Agosto 23 de 2021			
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE							
Nombre: Anel Martha Galán Morales				Teléfono: 316 884 0767			
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA							
Fecha de muestreo: 15/07/2021		Departamento: Santander		Tipo de muestra: Agua Superficial		Caudales el Zerral	
Fecha de recepción: 16/07/2021		Ciudad: Barrancabermeja		Lugar de muestreo: 200 m aguas arriba del punto de intersección de la quebrada el Zerral con la Ciénaga San Simón			
Georreferenciación: 9° 5' 5,28" N		Tipo de muestra: Sólida		Fecha de muestreo: 05-200 a. r.			
73° 48' 3,01" W		Hora toma de muestra:					
CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO DURANTE LOS ENSAYOS							
Evaluación ambiental		Efectivo: <input type="checkbox"/> Nocturno: <input type="checkbox"/> Humedad: <input type="checkbox"/> Luz: <input type="checkbox"/> Temperatura: <input type="checkbox"/> Nivelación: <input type="checkbox"/> Contorno: <input type="checkbox"/> Muestra: <input type="checkbox"/> Pasado: <input type="checkbox"/>					
RESULTADOS							
Estrato: Profundidad							
Método: SM 9220 B				Fecha de análisis: 20/08/21			
Nombre	Unidad	Criterio	Estado	Resultado	Unidad	Resultado	Resultado
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Total abscensos: 0							
Estrato: Superficial							
Método: SM 9220 B				Fecha de análisis: 20/08/21			
Nombre	Unidad	Criterio	Estado	Resultado	Unidad	Resultado	Resultado
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Total abscensos: 0							
Estrato: Profundo							
Método: SM 1080 B				Fecha de análisis: 20/08/21			
Nombre	Unidad	Criterio	Estado	Resultado	Unidad	Resultado	Resultado
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Total abscensos: 0							
Estrato: Superficial en sedimentos							
Método: SM 1080 B				Fecha de análisis: 20/08/21			
Nombre	Unidad	Criterio	Estado	Resultado	Unidad	Resultado	Resultado
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Total abscensos: 0							
Estrato: Profundo							
Método: SM 1080 B				Fecha de análisis: 20/08/21			
Nombre	Unidad	Criterio	Estado	Resultado	Unidad	Resultado	Resultado
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Total abscensos: 0							
Estrato: Macroturbación							
Método: SM 9240 B				Fecha de análisis: 20/08/21			
Nombre	Unidad	Criterio	Estado	Resultado	Unidad	Resultado	Resultado
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Flores	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios	Esporangios
Total abscensos: 0							
Métodos de referencia							
(SM) STANDARD METHODS for the Examination of Water and Wastewater, 19th Edition 2013. Este informe de laboratorio es válido únicamente para la muestra específica y referida a su día. Cuando se solicite el análisis en los laboratorios de LASERTEC S.A.S., el laboratorio no es responsable de las inferencias, interpretaciones por el Cliente o cualquier otro uso no autorizado del Cliente, así como, tampoco es responsable del origen o de fuente de donde se tomó la muestra de muestra. En consecuencia, los resultados no constituyen una garantía de la representatividad de la muestra o por tanto se refiere desde y exclusivamente a la muestra tal como fue recibida. LASERTEC S.A.S. no es responsable de la exactitud que los datos de análisis e interpretaciones de los especialistas científicos pueden tener en los resultados obtenidos, sino por ser verificados por el Cliente. LASERTEC S.A.S. utiliza una regla de decisión de aceptación que depende de la norma ISO 9001:2015 considerando con el nivel de riesgo y un nivel de control. Dependiendo del riesgo, este no se debe considerar como un nivel de riesgo por el hecho de ser un nivel de control. Cualquier reproducción parcial o total de este informe requiere de la autorización de LASERTEC S.A.S.							
Aprobado por:	 BETH MORAWA DE GABRIEL C. GERENTE EJECUTIVA COORDINADORA TÉCNICA			 AMARIS ARTURO LUJÁN DÍAZ TÉCNICO TP-2086220485			
FIN DEL INFORME							

Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos para:

- Aguas
- Suelos
- Lodos
- Sedimentos
- Biota
- Ruido
- Aire
- Residuos Peligrosos

INFORME DE LABORATORIO					
Código: OS-PO-04	Fecha: Junio 16 - 20	Versión: 02	Página: 1 de 1		
DATOS DEL INFORME					
Código de la muestra	230495-2	Fecha de emisión del Informe	Agosto 10 de 2021		
IDENTIFICACIÓN DEL CUENTE					
Razón Social	Anyi Maritza Gallo Morcada	Teléfono	315 884 4707		
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA					
Fecha de muestreo	05/07/2021	Departamento	Santander	Tipo de muestra	Aguas Superficiales
Fecha de recepción	06/07/2021	Ciudad	Barrancabermeja	Lugar de muestreo	Ciénaga San Silvestre
Georreferenciación	7°55.30' N 75°48'19.70 W	Tipo de muestreo	Integrado	Punto de muestreo	Intersección Quebrada El Zarcal con la Ciénaga San Silvestre
Hora toma de muestra		10:51:00 a. m.			
CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO DURANTE LOS ENSAYOS					
Humedad (%)	49,0	Temperatura (°C)	21,9		
RESULTADOS					
PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO	VALORES DE REFERENCIA	FECHA DE ANÁLISIS
a Alcalinidad Total	SM 2320 B	mg CaCO ₃ /L	65,0	---	13/07/2021
a Calcio	SM 3120 B	mg/L Ca	<0,001	---	23/07/2021
** Cloruro Total	SM 4500-CN F	mg/L Cl	<0,10	---	09/07/2021
a Cloruros	SM 4500 Cl - C	mg Cl/L	<1,00	---	13/07/2021
a Cobre	SM 3030 E, SM 3111 B	mg Cu/L	<0,10	---	23/07/2021
a Color Verdadero	SM 2120 B	UPC	156	---	06/07/2021
a Conductividad Eléctrica	SM 2510 B	µS/cm	295,6	---	05/07/2021
a Cromo Total	SM 3030 E, SM 3111 B	mg Cr/L	<0,70	---	23/07/2021
a DBO ₅	SM 5210 B, SM 4500-D H	mg O ₂ /L	14,3	---	06/07/2021
a DQO	SM 5220 C	mg O ₂ /L	28,3	---	06/07/2021
a Dureza Total	SM 2340 C	mg CaCO ₃ /L	95,67	---	19/07/2021
a Fósforo Total	SM 4500 P, B-4, D	mg P/L	0,86	---	17/07/2021
a Grasas y Aceites	SM 5520 D	mg GyA/L	<10,0	---	22/07/2021
a Hierro	SM 3030 E, SM 3111 B	mg Fe/L	4,07	---	23/07/2021
a Manganeso	SM 3030 E, SM 3111 B	mg Mn/L	0,120	---	23/07/2021
** Mercurio	SM 3112 B	mg/L Hg	<0,001	---	15/07/2021
a Nitratos	J. Rodar No. edición	mg NO ₃ -N/L	<0,50	---	06/07/2021
a Nítritos	SM 4500 NO ₂ B	mg NO ₂ -N/L	<0,010	---	06/07/2021
a Nitrogeno Amoniacal	SM 4500 NH ₄ B, C	mg/L NH ₄ -N	<1,00	---	15/07/2021
a Nitrogeno Total	SM 4500 Norg. C - SM 8100 NHC	mg N/L	4,78	---	16/07/2021
a Oxígeno Disuelto	SM 4500 O - II	mg O ₂ /L	4,20	---	05/07/2021
a pH	SM 4500 - H + B	Unid. pH	5,59	---	05/07/2021
a Temperatura de muestra	SM 2500 B	°C	32,0	---	05/07/2021
a Temperatura Ambiente	SM 2500 B	°C	34,0	---	05/07/2021
a Plomo	SM 3030 E, SM 3111 B	mg Pb/L	<0,010	---	23/07/2021
a Sólidos Sedimentables	SM 2540 F	ml/L	2,60	---	05/07/2021
a Sólidos Suspendedos Totales	SM 2540 D	mg SST/L	112,3	---	09/07/2021
a Sulfatos	SM 4500 SO ₄ 2+ E	mg SO ₄ 2-/L	9,21	---	14/07/2021
a Hidrocarburos Totales	SM 5530 D, E	mg/L	<5,00	---	22/07/2021
a Turbiedad	SM 2130 B	UNT	873	---	06/07/2021
a Zinc	SM 3030 E, SM 3111 B	mg Zn/L	<0,30	---	23/07/2021
** Coliformes Termotolerantes (Fecales)	SM 9221 E	NMP/100 ml	495	---	06/07/2021
** Coliformes Totales	SM 9222 B	NMP/100 ml	5450	---	06/07/2021

Desviaciones, adiciones, o exclusiones del método de ensayo: Ninguna.

Declaración de conformidad con los requisitos y/o las especificaciones: No solicitado.

Observaciones:

a) Parámetro acreditado por Lasertec S.A.S ante el IDEAM según Resolución No. 0820 del 24 de Septiembre de 2020

** Parámetro subcontratado acreditado

~ Información suministrada por el cliente

Métodos de referencia

(SAP) STANDARD METHODS for the Examination of Water and Wastewater, (23rd Edition 2017).

(ASTM) American Society of Testing Materials.

(J. Rodar) RODAR, L. Análisis del agua. Ediciones Omega. Barcelona. 9ª Ed. 2021.

Este informe de laboratorio es válido únicamente para la muestra referida y referenciable a él.

Cuando la actividad de muestreo no ha sido realizada por LASERTEC S.A.S., el laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el Cliente a un tercero de conformidad con las directivas del Cliente, en tal caso, siempre es responsable del origen a la fuente de donde ha sido extraída la muestra. En consecuencia, los resultados no constituyen una garantía de la representatividad de la muestra y por tanto se refieren sólo y exclusivamente a la muestra tal como fue recibida.

*LASERTEC S.A.S. es responsable de la exactitud que los desviaciones o complementos de las especificaciones analíticas puedan tener en los resultados obtenidos, para fines controlados por el cliente.

LASERTEC S.A.S. sigue una Política de Decisión de aceptación simple basada en la Guía ISO 9001:2015 compatible con el valor de la norma o un 55% de nivel de confianza. Respecto al riesgo, esta se ha sido calculado dando por la norma ISO 9001 un enfoque de su análisis a modo de que la implementación la cubra.

Cualquier reproducción parcial de este informe requiere de la autorización de LASERTEC S.A.S.

Aprobado por:


BETH ROMERA DELGADO C.
QUÍMICA MP- PQ-0801
COORDINADOR TÉCNICO

FIN DEL INFORME



Analisis Físicoquímicos y Microbiológicos para:
 ● Aguas ● Suelos ● Lodos ● Sedimentos
 ● Biota ● Ruido ● Aire ● Residuos Peligrosos

REPORTE DE RESULTADOS MUESTREOS HIDROBIOLÓGICOS							
Código: 05 - 10 - 05		Fecha: Junio 18 - 20		Versión: 01		Página: 1 de 1	
DATOS DEL INFORME							
Código de la muestra: 210486-2				Fecha de emisión del informe: Agosto 10 de 2021			
IDENTIFICACIÓN DEL CUENTE							
Razón Social: Anjo Martín Gavito Morcote				Teléfono: 316 694 4797			
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA							
Fecha de muestreo: 19/07/2021		Departamento: Santander		Tipo de muestra: Agua Superficial		Lugar de muestreo: Cuadrada el Zarzal	
Fecha de recepción: 06/10/2021		Ciudad: Barrancabermeja		Tipo de muestra: Simple		Intervención Operativa El Zarzal con la Cámara San Silvestre	
Georreferenciación: 7°53,33' N 73°40'10,70 W		Hora toma de muestra: 10:51:00 a. m.		Fecha de ensayos: San Silvestre			
CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO DURANTE LOS ENSAYOS							
Condiciones ambientales: <input type="checkbox"/> Clásica <input type="checkbox"/> Limpio <input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Silencioso <input type="checkbox"/> Seguridad del ambiente <input type="checkbox"/> Estabilidad <input type="checkbox"/> Luz <input type="checkbox"/> Ventilación Exposición al punto de muestreo: <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> Cubierto <input type="checkbox"/> Abierto							
RESULTADOS							
Estrategia: FISH/MSA							
Método: SM 9000 B		Fecha de análisis: 2019/08/17					
Activo	Orden	Clase	Orden	Familia	Taxa	Unidades	Resultado
Flotante	Chlorofyta	Coccolithophyceae	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorococoides sp.	Indef.	100.0
Flotante	Euglenozoa	Euglenozoa	Euglenozoa	Euglenozoa	Euglenozoa sp.	Indef.	100.0
Flotante	Euglenozoa	Euglenozoa	Euglenozoa	Euglenozoa	Phormidium sp.	Indef.	115.0
Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorococoides sp.	Indef.	100.0
Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorococoides sp.	Indef.	99.0
Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorococoides sp.	Indef.	88.0
Bacteri	Cyanobacteria	Cyanobacteria	Cyanobacteria	Cyanobacteria	Microcystis sp.	Indef.	36.0
Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorococoides sp.	Indef.	75.0
Total abundancia relativa: 689.0							
Estrategia: Zooplancton							
Método: SM 1000 B		Fecha de análisis: 2019/08/16					
Activo	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa	Unidades	Resultado
Activo	Arthropoda	Bursarctia	Cyclopoida	Mixotela	Mixotela sp.	Indef.	8.0
Activo	Rotifera	Monogastera	Planorbida	Brachionidae	Brachionus sp.	Indef.	28.0
Plancton	Plancton	Lobata	Amphipoda	Corophiidae	Corophium sp.	Indef.	8.0
Activo	Rotifera	Monogastera	Planorbida	Brachionidae	Planorbis sp.	Indef.	8.0
Activo	Rotifera	---	---	---/---/---/---	---/---/---/---	Indef.	36.0
Total abundancia relativa: 70.0							
Estrategia: FISH/MSA							
Método: SM 1000 B		Fecha de análisis: 2019/08/16					
Activo	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa	Unidades	Resultado
Bacteri	Cyanobacteria	Cyanobacteria	Cyanobacteria	Cyanobacteria	Phormidium sp.	Indef.	34.0
Plancton	Chlorofyta	Chlorofyta	Spirillophyceae	Spirillophyceae	Spirillophyceae sp.	Indef.	41.0
Plancton	Chlorofyta	Cryptophyceae	Neochloris	Neochloris	Neochloris sp.	Indef.	28.0
Plancton	Chlorofyta	Coccolithophyceae	Zygnematales	Zygnematales	Zygnema sp.	Indef.	19.0
Plancton	Euglenozoa	Euglenozoa	Euglenozoa	Euglenozoa	Euglenozoa sp.	Indef.	11.0
Plancton	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorofyta	Chlorococoides sp.	Indef.	34.0
Total abundancia relativa: 166.0							
Estrategia: Microinvertebrados bentónicos							
Método: SM 1000 B		Fecha de análisis: 2019/08/16					
Activo	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa	Unidades	Resultado
Activo	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomus sp.	Indef.	10
Activo	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Metopiae 1	Indef.	12
Activo	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Metopiae 2	Indef.	6
Activo	Arthropoda	Insecta	Syrphoidea	Trochilidae	Leptocryptus sp.	Indef.	6
Activo	Arthropoda	Stigmatero	Tardigrada	---/---/---	---/---/---	Indef.	11
Activo	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Metopiae 3	Indef.	10
Activo	Mollusca	Gastropoda	Planorbida	Planorbidae	Planorbis sp.	Indef.	3
Total abundancia relativa: 64.0							
Estrategia: Peces							
Método: SM 9000 B		Fecha de análisis: 2019/08/16					
Activo	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa	Unidades	Resultado
Activo	Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Characidae	Hyphessobrycon sp.	Indef.	5
Activo	Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Characidae	Apistogramma sp.	Indef.	10
Activo	Chordata	Actinopterygii	Characiformes	Poeciliidae	Poecilia reticulata	Indef.	10
Total abundancia relativa: 25.0							
Estrategia: Macrofitos acuáticos							
Método: SM 9000 B		Fecha de análisis: 2019/08/16					
Activo	Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxa	Unidades	Resultado
Plancton	Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	Poaceae	Stenotaphrum sp.	Indef.	10
Plancton	Magnoliophyta	Polypodiopsida	Sabalidae	Sabalidae	Sabalus sp.	Indef.	10
Plancton	Magnoliophyta	Liliopsida	Cyperaceae	Cyperaceae	Microsetis	Indef.	10
Plancton	Magnoliophyta	Liliopsida	Cyperaceae	Polypodiopsida	Elodea	Indef.	10
Métodos de referencia							
(SM) STANDARD METHODS for the Examination of Water and Wastewater, 21th Edition 2017. Este informe de laboratorio es válido únicamente para el muestreo realizado y referenciado en él. Cuando la actividad de muestreo no ha sido realizada por LASERTEC S.A.S., el laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el Cliente o en términos de veracidad con los atributos del Cliente, así mismo, tampoco es responsable del agua o la fuente de donde se tomó la muestra. En consecuencia, los resultados no constituyen un garantía de la representatividad de la muestra y por tanto se requiere juicio y exclusividad de la muestra tal como fue recibida. *LASERTEC S.A.S. no es responsable de la adherencia que las alteraciones o incompatibilidades de las especificaciones analíticas pueden tener en los resultados obtenidos, entre otros referenciados por el Cliente. LASERTEC S.A.S. refiere una Hoja de Datos de especificación según basada en el estándar SAC-0038(2021) comparado con el valor de la norma a un 95% de nivel de confianza. Respecto al riesgo, este no lo debe considerar dado que la norma 1000 no incluye de su análisis a nada de que el organismo no lo contiene. Cualquier reproducción parcial de este informe requiere de la autorización de LASERTEC S.A.S.							
Aprobado por:		BRITH KIMARA DELGADO C. QUÍMICA MF: PQ-8801 COORDINADOR TÉCNICO		ANDRÉS ARTURO LUQUE GÁZ BIÓLOGO TP-506120188			
FIN DEL INFORME							



Lasertec
+ LABORATORIO
NIT: 900.756.884-3

Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos para:

- Aguas ● Suelos ● Lodos ● Sedimentos
- Biota ● Ruido ● Aire ● Residuos Peligrosos

INFORME DE LABORATORIO					
Código: GS-PO-04	Fecha: Junio 16 - 20	Versión: 02	Página: 1 de 1		
DATOS DEL INFORME					
Código de la muestra	210495-3	Fecha de emisión del informe		Agosto 10 de 2021	
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE					
Razón Social	Aryl Maritza Galvis Moncada		Teléfono	315 684 4707	
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA					
Fecha de muestreo	10/07/2021	Departamento	Santander	Tipo de muestra	Aguas Superficiales
Fecha de recepción	10/07/2021	Ciudad	Barrancabermeja	Lugar de muestreo	Ciénaga San Silvestre
Georreferenciación	"7°E 15.05" N "73°48'21.50" W	Tipo de muestreo	Integrado	100 m aguas abajo del punto de interacción de la Quebrada el Zestal con la Ciénaga San Silvestre	
		Hora toma de muestra	"12:30:00 p. m.	Punto de muestreo	
CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO DURANTE LOS ENSAYOS					
Humedad (%)	49,0	Temperatura [°C]		21,9	
RESULTADOS					
PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO	VALORES DE REFERENCIA	FECHA DE ANÁLISIS
a. Alcalinidad Total	SM 2120 B	mg CaCO ₃ /L	50,73	...	15/07/2021
a. Calcio	SM 3120 B	mg/L Ca	<0,001	...	23/07/2021
** Cianuro Total	SM 4500-CN F	mg/L CN	<0,10	...	09/07/2021
a. Cloruros	SM 4500-Cl - C	mg Cl/L	<4,00	...	13/07/2021
a. Color	SM 3030 E, SM 3112 B	mg Co/L	<0,10	...	23/07/2021
a. Color Verdadero	SM 2120 B	UFC	83,0	...	06/07/2021
a. Conductividad Eléctrica	SM 2530 B	µS/cm	253	...	05/07/2021
a. Cromo Total	SM 3030 E, SM 3112 B	mg Cr/L	<0,070	...	23/07/2021
a. DBO ₅	SM 5210 B, SM 4500-D H	mg D ₅ /L	11,18	...	06/07/2021
a. DCO	SM 5220 C	mg D ₂ /L	21,2	...	06/07/2021
a. Dureza Total	SM 2340 C	mg CaCO ₃ /L	80,34	...	19/07/2021
a. Flúoruro Total	SM 4500-F, B-A, D	mg F/L	0,30	...	17/07/2021
a. Grasas y Aceites	SM 5520 D	mg Gr/L	<10,0	...	23/07/2021
a. Hierro	SM 3030 E, SM 3111 B	mg Fe/L	2,11	...	23/07/2021
a. Manganeso	SM 3030 E, SM 3111 B	mg Mn/L	0,130	...	23/07/2021
** Mercurio	SM 3112 B	mg/L Hg	<0,001	...	15/07/2021
a. Nitratos	[Rodier] Na. edición	mg NO ₃ -N/L	<0,50	...	06/07/2021
a. Nitrato	SM 4500-NO ₃ B	mg NO ₃ -N/L	<0,010	...	06/07/2021
a. Nitrógeno Amoniacal	SM 4500-NH ₄ B, C	mg/L NH ₄ -N	<1,00	...	15/07/2021
a. Nitrógeno Total	SM 4500-Req. C - SM 4500-ML	mg N/L	<3,00	...	15/07/2021
a. Oxígeno Disuelto	SM 4500-O - H	mg O ₂ /L	4,86	...	05/07/2021
a. pH	SM 4500 - H + B	Unid. pH	6,15	...	05/07/2021
a. Temperatura de muestra	SM 1930 B	°C	27,5	...	05/07/2021
a. Temperatura Ambiental	SM 1930 B	°C	34,6	...	05/07/2021
a. Plomo	SM 3030 E, SM 3112 B	mg Pb/L	<0,010	...	23/07/2021
a. Sólidos Sedimentables	SM 2540 F	mL/L	1,50	...	05/07/2021
a. Sólidos Suspendedos Totales	SM 2540 D	mg SS/L	95,8	...	09/07/2021
a. Sulfatos	SM 4500-SO ₄ -F E	mg SO ₄ ⁻² /L	<5,00	...	14/07/2021
a. Hidrocarburos Totales	SM 5520 D, F	mg/L	<5,00	...	22/07/2021
a. Turbiedad	SM 2130 B	UNT	482	...	06/07/2021
a. Zinc	SM 3030 E, SM 3111 B	mg Zn/L	<0,10	...	23/07/2021
** Coliformes Termotolerantes (Fecales)	SM 9221 E	NMP/100 ml	365	...	06/07/2021
** Coliformes Totales	SM 9222 B	NMP/100 ml	3090	...	06/07/2021

Desviaciones, adiciones, o exclusiones del método de ensayo: Ninguna.

Declaración de conformidad con los requisitos y/o las especificaciones: No solicitado.

Observaciones:

a. Laboratorio acreditado por Lasertec S.A.S. ante el IDEAM según Resolución No. 0829 del 26 de Septiembre de 2020

** Laboratorio subcontratado acreditado

† Información suministrada por el cliente

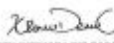
Métodos de referencia

[SM] STANDARD METHODS for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition 2017.

[ASTM] American Society of Testing Materials.

[J. Rodier] RODIER, L. Análisis del agua. Ediciones Omega. Barcelona. 9ª Ed. 2001.

Este informe de laboratorio es válido únicamente para la muestra analizada y relacionada en él.
Cualquier actividad de muestreo no ha sido realizada por LASERTEC S.A.S., el laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el Cliente o un tercero de conformidad con los derechos del Cliente, en ningún momento es responsable del origen o la fuente de donde se obtiene la muestra. En consecuencia, los resultados no constituyen una garantía de la representatividad de la muestra y por tanto no reflejan dicho y exclusivamente a la muestra tal como fue recibida.
*LASERTEC S.A.S. no es responsable de la efectividad que las desviaciones o incumplimientos de los procedimientos analíticos pueden tener en los resultados obtenidos, éstos fueron suministrados por el cliente.
LASERTEC S.A.S. aplica una Regla de Decisión de aceptación simple basada en la Guía ISO-9809/2009 comparando con el valor de la norma a un NIV de nivel de confianza. Respecto al riesgo, este no ha sido considerado dado que la norma ISO5 no incluye de su ámbito a nivel de que los reglamentos lo continúen.
Cualquier reproducción parcial de este informe requiere de la autorización de LASERTEC S.A.S.

Aprobado por: 
BRITH XIOMARA DELGADO L. C.
QUÍMICA MP- PQ-08053
COORDINADORA TÉCNICA



Analisis Físicoquímicos y Microbiológicos para:
 ● Aguas ● Suelos ● Lodos ● Sedimentos
 ● Biota ● Ruido ● Aire ● Residuos Peligrosos

REPORTE DE RESULTADOS MUESTREOS HIDROBIOLÓGICOS							
Código: GS - 10 - 05		Fecha: Junio 16 - 20		Versión: 01		Página: 1 de 1	
DATOS DEL INFORME							
Código de la muestra: 21089-3				Fecha de emisión del informe: Agosto 30 de 2021			
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE							
Razón Social: Anyl Maritza Galán Moscardó				Teléfono: 316 484 0767			
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA							
Fecha de muestreo: 16/07/2021		Departamento: Santander		Tipo de muestra: Agua Superficial		Agua Superficial	
Fecha de recepción: 16/07/2021		Ciudad: Barrancabermeja		Lugar de muestreo: Quebrado el Zarzal		200 m aguas abajo del punto de intersección de la quebrada el Zarzal con la Ciénaga San Diego	
Georreferenciación: 7°5'25.85" N		Tipo de muestreo: Simple		Punto de muestreo: 12.03.00 p. 16.			
074823.58 W		Hora toma de muestra: 12:03:00 p. 16.					
CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO DURANTE LOS ENSAYOS							
Temperatura ambiente: <input type="checkbox"/> Clásica <input type="checkbox"/> Liviana <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Escudo		Estratificación del agua: <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Simple		<input type="checkbox"/> Feculoso			
Especificación en el punto de muestreo: <input type="checkbox"/> Pasado <input type="checkbox"/> Presente		<input type="checkbox"/> Cúbica <input type="checkbox"/> Abierta					
RESULTADOS							
Ensayo: Filtración				Método: SM 1020 B		Fecha de análisis: 20210727	
Parámetro	Unidad	Clase	Índice	Resultado	Tasa	Unidades	Resultado
Coliformos	Coliformos	Bacteriología	Bacterias	1000000	1000000	1000000	1000000
Enterococos	Enterococos	Bacteriología	Enterococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Staphylococos	Staphylococos	Bacteriología	Staphylococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Streptococos	Streptococos	Bacteriología	Streptococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Neisseria	Neisseria	Bacteriología	Neisseria	1000000	1000000	1000000	1000000
Shigelas	Shigelas	Bacteriología	Shigelas	1000000	1000000	1000000	1000000
Salmonelas	Salmonelas	Bacteriología	Salmonelas	1000000	1000000	1000000	1000000
Yersinias	Yersinias	Bacteriología	Yersinias	1000000	1000000	1000000	1000000
Total abundancia relativa						1000000	
Ensayo: Zoogleoformación				Método: SM 9220 B		Fecha de análisis: 20210726	
Parámetro	Unidad	Clase	Índice	Resultado	Tasa	Unidades	Resultado
Coliformos	Coliformos	Bacteriología	Coliformos	1000000	1000000	1000000	1000000
Enterococos	Enterococos	Bacteriología	Enterococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Staphylococos	Staphylococos	Bacteriología	Staphylococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Streptococos	Streptococos	Bacteriología	Streptococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Neisseria	Neisseria	Bacteriología	Neisseria	1000000	1000000	1000000	1000000
Shigelas	Shigelas	Bacteriología	Shigelas	1000000	1000000	1000000	1000000
Salmonelas	Salmonelas	Bacteriología	Salmonelas	1000000	1000000	1000000	1000000
Yersinias	Yersinias	Bacteriología	Yersinias	1000000	1000000	1000000	1000000
Total abundancia relativa						1000000	
Ensayo: Ferilidad				Método: SM 11000 B		Fecha de análisis: 20210728	
Parámetro	Unidad	Clase	Índice	Resultado	Tasa	Unidades	Resultado
Coliformos	Coliformos	Bacteriología	Coliformos	1000000	1000000	1000000	1000000
Enterococos	Enterococos	Bacteriología	Enterococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Staphylococos	Staphylococos	Bacteriología	Staphylococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Streptococos	Streptococos	Bacteriología	Streptococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Neisseria	Neisseria	Bacteriología	Neisseria	1000000	1000000	1000000	1000000
Shigelas	Shigelas	Bacteriología	Shigelas	1000000	1000000	1000000	1000000
Salmonelas	Salmonelas	Bacteriología	Salmonelas	1000000	1000000	1000000	1000000
Yersinias	Yersinias	Bacteriología	Yersinias	1000000	1000000	1000000	1000000
Total abundancia relativa						1000000	
Ensayo: Microscopía de bacterias				Método: SM 9220 B		Fecha de análisis: 20210721	
Parámetro	Unidad	Clase	Índice	Resultado	Tasa	Unidades	Resultado
Coliformos	Coliformos	Bacteriología	Coliformos	1000000	1000000	1000000	1000000
Enterococos	Enterococos	Bacteriología	Enterococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Staphylococos	Staphylococos	Bacteriología	Staphylococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Streptococos	Streptococos	Bacteriología	Streptococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Neisseria	Neisseria	Bacteriología	Neisseria	1000000	1000000	1000000	1000000
Shigelas	Shigelas	Bacteriología	Shigelas	1000000	1000000	1000000	1000000
Salmonelas	Salmonelas	Bacteriología	Salmonelas	1000000	1000000	1000000	1000000
Yersinias	Yersinias	Bacteriología	Yersinias	1000000	1000000	1000000	1000000
Total abundancia relativa						1000000	
Ensayo: Feculia				Método: SM 1180 B		Fecha de análisis: 20210726	
Parámetro	Unidad	Clase	Índice	Resultado	Tasa	Unidades	Resultado
Coliformos	Coliformos	Bacteriología	Coliformos	1000000	1000000	1000000	1000000
Enterococos	Enterococos	Bacteriología	Enterococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Staphylococos	Staphylococos	Bacteriología	Staphylococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Streptococos	Streptococos	Bacteriología	Streptococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Neisseria	Neisseria	Bacteriología	Neisseria	1000000	1000000	1000000	1000000
Shigelas	Shigelas	Bacteriología	Shigelas	1000000	1000000	1000000	1000000
Salmonelas	Salmonelas	Bacteriología	Salmonelas	1000000	1000000	1000000	1000000
Yersinias	Yersinias	Bacteriología	Yersinias	1000000	1000000	1000000	1000000
Total abundancia relativa						1000000	
Ensayo: Macrobacterias				Método: SM 1040 B		Fecha de análisis: 20210728	
Parámetro	Unidad	Clase	Índice	Resultado	Tasa	Unidades	Resultado
Coliformos	Coliformos	Bacteriología	Coliformos	1000000	1000000	1000000	1000000
Enterococos	Enterococos	Bacteriología	Enterococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Staphylococos	Staphylococos	Bacteriología	Staphylococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Streptococos	Streptococos	Bacteriología	Streptococos	1000000	1000000	1000000	1000000
Neisseria	Neisseria	Bacteriología	Neisseria	1000000	1000000	1000000	1000000
Shigelas	Shigelas	Bacteriología	Shigelas	1000000	1000000	1000000	1000000
Salmonelas	Salmonelas	Bacteriología	Salmonelas	1000000	1000000	1000000	1000000
Yersinias	Yersinias	Bacteriología	Yersinias	1000000	1000000	1000000	1000000
Total abundancia relativa						1000000	

Métodos de referencia
 (SM) STANDARD METHODS for the Examination of Water and Wastewater, 19th Edition 2017.

Este informe de laboratorio es válido únicamente para la muestra analizada y referenciada en él.
 Cuando la actividad de muestreo no ha sido realizada por LASERTEC S.A.S., el laboratorio no es responsable de la información presentada por el Cliente o su fuente de conformidad con las directrices del Cliente; así mismo, tampoco es responsable del origen o la fuente de donde ha sido tomada la muestra. En consecuencia, los resultados no constituyen una garantía de la representatividad de la muestra y por tanto se refieren sólo y exclusivamente a la muestra tal como fue recibida.

LASERTEC S.A.S. no es responsable de la exactitud que las diluciones o los empalmes de las especificaciones analíticas pueden tener en los resultados obtenidos, así como actividades por el cliente.

LASERTEC S.A.S. aplica una regla de decisión de aceptación simple basada en el valor 0.40 (0.40/200) comparado con el valor de la norma o un 95% de nivel de confianza.
 Respecto al ensayo, este no ha sido considerado como que la norma 17025 con respecto de la analítica a partir de que se registraron los cambios.

Cualquier reproducción parcial de este informe requiere de la autorización de LASERTEC S.A.S.

Aprobado por:
 BETH KORNARIA DELGADO C. QUÍMICA MP: FQ-0851 COORDINADORA TÉCNICA
 ANDRÉS ARTURO LUQUE DÍAZ BIÓLOGO TP-1088720398