

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigésima Milésima	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>10-04-2012</b>	<b>A</b>
Dependencia	Aprobado	Pág.		
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>	<b>I(114)</b>		

I

### RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	NATALIA CAROLINA TORO MARIN
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL
DIRECTOR	ROCIO ANDREA MIRANDA SANGUINO
TÍTULO DE LA TESIS	EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LA PRESENCIA DE TRAZAS DE MERCURIO EN LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DEL CASCO URBANO “QUEBRADA EL PLATANAL” EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL SUR, BOLIVAR.

#### RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EN ESTA INVESTIGACION SE REALIZO UNA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LA PRESENCIA DE TRAZAS DE MERCURIO EN LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DEL CASCO URBANO QUEBRADA EL PLATANAL, EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL SUR, BOLIVAR; A TRAVES DEL MONITOREO DE VARIABLES FISICOQUIMICAS Y MICROBIOLÓGICAS, MEDIDOS EN DOS SITIOS DE LA MICROCUENCA. LAS VARIABLES FISICOQUIMICAS Y MICROBIOLÓGICAS SE PRESENTAN DENTRO DEL RANGO ESTABLECIDO POR LA NORMATIVIDAD, PERO LAS VARIABLES EN CUANTO A METALES PESADOS MONITOREADAS INDICAN QUE LOS METALES ANALIZADOS NO SE ENCUENTRAN DENTRO DEL RANGO PERMISIBLE EXIGIDO POR LA NORMATIVIDAD, EN CUANTO AL USO QUE SE LE PUEDE DAR A ESTE TIPO DE AGUA SEGUN LO ESTABLECIDO EN EL DECRETO 1541 DE 1978 Y 1594 DE 1984.

#### CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 111	PLANOS:0	ILUSTRACIONES:0	CD-ROM:0
-----------------	----------	-----------------	----------



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552  
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104  
 info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LA PRESENCIA DE  
TRAZAS DE MERCURIO EN LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DEL CASCO  
URBANO “QUEBRADA EL PLATANAL” EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL  
SUR, BOLIVAR.

Autor(a)

NATALIA CAROLINA TORO MARIN 161521

Trabajo para optar el título de Ingeniero Ambiental

Director(a)

Msc. ROCIO ANDREA MIRANDA SANGUINO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
INGENIERIA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Julio de 2020

## Tabla de contenido

<b>Introducción</b>	1
<b>Capítulo 1</b> Evaluación del impacto ambiental generado por la presencia de trazas de mercurio en la fuente de abastecimiento del casco urbano “quebrada el platanal” en el municipio de Santa Rosa del Sur, Bolívar.	
1.1 Planteamiento Del Problema	3
1.1 Formulación del Problema	3
1.3 Objetivos	4
<b>1.3.1 Objetivo General.</b>	4
<b>1.3.2 Objetivos Específicos</b>	5
1.4 Justificación	6
1.5 Delimitaciones	7
<b>1.5.1 Delimitación Operativa.</b>	7
<b>1.5.2 Delimitación Conceptual.</b>	7
<b>1.5.3 Delimitación Geográfica.</b>	8
<b>1.5.4 Delimitación Temporal.</b>	8
<b>Capítulo 2. Marcos Referenciales</b>	9
2.1 Antecedentes	9
2.2 Marco Histórico	13
2.3 Marco Contextual	17
2.4 Marco Conceptual	19
<b>2.4.1 Sistemas de abastecimiento de agua potable.</b>	19
<b>2.4.2 Clasificación de los cuerpos de agua.</b>	20
<b>2.4.3 Calidad del agua.</b>	20
<b>2.4.4 Contaminación hídrica.</b>	20
<b>2.4.5 Evaluación de Impacto.</b>	21
<b>2.4.6 Definición de monitoreo ambiental del agua.</b>	21
<b>2.4.7 Definición de índices de calidad del agua.</b>	21
<b>2.4.8 Métodos utilizados para la Valoración de Impactos Ambientales.</b>	22
<b>2.4.9 Contaminación Ambiental.</b>	22
<b>2.4.10 Metales Pesados.</b>	23

2.4.11 Bioacumulación.	23
2.4.12 Enfermedades de origen hídrico.	23
2.4.13 Matriz de Impacto.	24
2.4.14 Explotación.	24
2.4.15 Exploración minera aurífera aluvial.	24
2.4.16 Unidad productiva minera informal (UPMI).	25
2.5 Marco Teórico	26
2.5.1 Degradación ambiental.	26
2.5.2 Contaminación ambiental.	28
2.5.3 Estándares de Calidad Ambiental.	30
2.5.4 metales pesados y efectos en la salud y ambiente.	31
2.5.5 Mercurio.	32
2.5.6 Contaminación por metales pesados en Colombia.	33
2.6 Marco Legal	35
<b>Capítulo 3 Diseño Metodológico</b>	42
3.1 Tipo de investigación	42
3.2 Población	42
3.3 Muestra	43
3.4 Recolección de la Información	43
3.4.1 Información primaria.	43
3.4.2 Información secundaria.	43
3.5 Análisis De La Información	44
3.5.1 Fase de campo.	44
3.5.2 Fase Evaluación De Impactos.	46
3.5.3 Fase de Laboratorio.	51
3.5.4 Fase de Interpretación de Datos.	52
<b>Capítulo 4. Administración Del Proyecto</b>	53
4.1 Recursos Humanos	53
4.2 Recursos Institucionales	53
4.3 Recursos Financieros	53
<b>Capitulo 5. Resultados</b>	55
5.1 localización	56
5.2 Diagnóstico de las condiciones ambientales.	57
5.2.1 Geología.	57
5.2.3 Clima y precipitación.	60

5.2.4	
5.2.5 <b>Flora.</b>	61
5.2.6 <b>Unidades de vegetación y uso actual del suelo.</b>	62
5.2.7 <b>Fauna.</b>	64
5.2.8 <b>sociedad y economía.</b>	66
5.2.9 <b>Salud.</b>	67
5.2.10	<b>Ac</b>
<b>ueducto y alcantarillado.</b>	67
5.3 Identificación y evaluación de los impactos ambientales	68
5.3.1 <b>Interpretación de la matriz conesa.</b>	72
5.4 Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la fuente hídrica	75
5.4.1 <b>resultado del análisis fisicoquímicos y microbiológicos en la quebrada el platanal.</b>	82
<b>5.4.2 Resultados análisis de mercurio, cadmio y plomo realizado en la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB).</b>	<b>83</b>
<b>6. Conclusión</b>	86
<b>7. Recomendaciones</b>	88
<b>8. Referencias</b>	89
<b>9. Apéndices</b>	95

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Porcentaje de unidades de explotación minera discriminado por escalas de producción .....	12
<b>Figura 2</b> Localización geográfica de la MAAPE en Colombia.....	13
<b>Figura 3</b> Mapa Santa Rosa Del Sur, Bolívar .....	18
<b>Figura 4</b> Fuentes de contaminación por metales pesados en aire, suelo, agua y planta .....	32
<b>Figura 5</b> Modelo De Importancia Del Impacto .....	50
<b>Figura 6</b> Calificación del valor de la Importancia.....	51
<b>Figura 7</b> Categorización Del Valor De La Importancia .....	51
<b>Figura 8</b> ruta con la ubicación de los puntos: el Rosario y Bocatoma sobre la quebrada el platanal	57
<b>Figura 9</b> Mapa Geológico de Santa Rosa Del Sur de Bolívar .....	59
<b>Figura 10</b> climograma Santa Rosa Del Sur, Bolívar .....	60
<b>Figura 11</b> Población por género .....	67
<b>Figura 12</b> bitácora de la información general del muestreo en los puntos Bocatoma y el Rosario.....	83
<b>Figura 13</b> resultado de la muestra tramo bocatoma (código 16-020).....	83
<b>Figura 14</b> resultado de la muestra tramo el rosario (código 76-020) .....	84
<b>Figura 15</b> Comparación de los resultados de laboratorio con los requisitos de calidad contemplado en el Decreto 3930 de 2010. ....	84

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Principales municipios productores de oro en Colombia .....	14
<b>Tabla 2</b> Ubicación de las minas.....	15
<b>Tabla 3</b> Valores máximos permisibles para los parámetros fisicoquímicos en la extracción de oro y otros metales preciosos .....	38
<b>Tabla 4</b> Coordenadas puntos de muestreo agua cruda.....	45
<b>Tabla 5</b> Coordenadas punto de muestreo agua potable .....	46
<b>Tabla 6</b> Muestra Para Análisis de Mercurio en la Quebrada.....	46
<b>Tabla 7</b> Parámetros seleccionados para análisis.....	52
<b>Tabla 8</b> puntos de monitoreo referenciados sobre la quebrada el Platanal.....	57
<b>Tabla 9</b> Especies vegetales del área de estudio .....	63
<b>Tabla 10</b> Especies de anfibios y reptiles .....	64
<b>Tabla 11</b> Especies de aves.....	65
<b>Tabla 12</b> mamíferos de la zona de estudio .....	66
<b>Tabla 13</b> habitantes cercanos a la rivera de la quebrada el platanal .....	66
<b>Tabla 14</b> identificación de la muestras fisicoquímicas y microbiológicas .....	76
<b>Tabla 15</b> resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos realizados en la UFPSO .....	77
<b>Tabla 16</b> resultados del PH en los puntos de la quebrada el platanal.....	78
<b>Tabla 17</b> resultado del DBO 5 en la quebrada el platanal .....	78
<b>Tabla 18</b> resultados del DQO en la quebrada el platanal .....	79
<b>Tabla 19</b> resultados de los análisis de SST.....	79
<b>Tabla 20</b> resultados de OD.....	80
<b>Tabla 21</b> resultado de Nitritos en la quebrada el platanal .....	80
<b>Tabla 22</b> resultado de Nitratos quebrada el platanal .....	80

<b>Tabla 23</b> resultado de Escherichia Coli de la quebrada el platanal .....	81
<b>Tabla 24</b> resultado Coliformes totales quebrada el platanal .....	81
<b>Tabla 25</b> localización georreferenciada de los puntos de muestra para el análisis de metales pesados .....	82

## **Introducción**

Toda actividad humana provoca directa o indirectamente impactos en el ambiente. Algunos pueden representar riesgos para la salud pública y el ambiente, por lo que se hace necesario realizar previamente a su implantación una evaluación de impacto ambiental. Su importancia radica en que es un instrumento de planificación, gestión y control del proceso de urbanización y de ordenamiento territorial. Evaluaciones como ésta ayudarían en gran medida a disminuir los problemas abastecimiento de agua tales como escasez y contaminación, dirigidas principalmente en zonas rurales, como es el caso presentado por la Defensoría del Pueblo (2007) donde afirma que el 89% de los municipios y más de la mitad de la población colombiana enfrentan los problemas anteriormente mencionados. “En numerosas ocasiones el agua que llega a las viviendas de muchas comunidades rurales proviene de manantiales, ríos, arroyos, pozos subterráneos, ojos de agua u otro tipo de fuentes naturales superficiales o subterráneas expuestas a la contaminación debida a la exposición y arrastre de partículas orgánicas e inorgánicas” (Galvis, 2010).

El auge del sector minero de oro ha traído beneficios económicos al país hasta el día de hoy, pero también ha dejado daños irreversibles al medio ambiente, afectaciones a la salud de la población de los municipios donde se realiza y ha perturbado el equilibrio social e incluso la seguridad nacional. A esto se le mide el descontrol por parte del estado en cuanto al acelerado crecimiento de la producción de oro en el país, incrementando rápidamente debido al aporte financiero en los hogares colombianos que recurren a esta labor, además; de los asentamientos y actividades humanas, que inciden en el deterioro de la calidad del agua en términos tóxicos, propiciando la contaminación de las fuentes hídricas por la presencia de desechos tóxicos para el cuerpo humano como lo son residuos de la minería, aumentando así

el riesgo en la salud de las personas y el desequilibrio en el ecosistema debido a la bioacumulación de estos compuestos.

En los resultados realizados a la calidad del agua del municipio de Santa Rosa del Sur, departamento de Bolívar, se detectaron diferentes problemáticas ambientales, una de las cuales permitió proponer la presente investigación titulada “evaluación del impacto ambiental causado por la presencia de trazas de mercurio en la fuente de abastecimiento del casco urbano “quebrada el platanal” en el municipio de santa rosa del sur de Bolívar”, con la finalidad de contribuir a solucionar problemas relacionados al recurso hídrico, siendo uno de ellos la evaluación del impacto ambiental teniendo en cuenta la presencia de las trazas de mercurio en la fuente superficial que se encuentran dentro del municipio para de esta manera poder determinar los impactos que generan dentro de la dinámica poblacional y ambiental, para así poder proponer estrategias de mejoramiento, fortalece el sentido de pertenencia de las comunidades frente a sus recursos hídricos y se genera un conocimiento frente a la calidad del agua que ellos consumen y sus efectos en la salud, tanto en el sistema de abastecimiento individual como en el colectivo, permitiendo así más conciencia en los usuarios frente a los riesgos que implica tomar agua que no presenta buenos índices de calidad para consumo humano.

**Capítulo 1** Evaluación del impacto ambiental generado por la presencia de trazas de mercurio en la fuente de abastecimiento del casco urbano “quebrada el platanal” en el municipio de Santa Rosa del Sur, Bolívar.

### **1.1 Planteamiento Del Problema**

En los últimos meses los principales medios de comunicación del país han publicado importantes artículos sobre la problemática del mercurio en Colombia, El gran impacto en el ambiente que tiene la explotación minera sobre todo en las fuentes hídricas, lleva a que esto se convierta en un círculo vicioso en el que la población contamina el ambiente y este se revierte a la población mediante el desequilibrio eco sistémico.

Existen reportes acerca de las consecuencias negativas del mercurio en la salud humana y en el medioambiente, es por ello que en el municipio de Santa Rosa del sur de Bolívar las autoridades se encuentran en alerta por las concentraciones halladas mediante estudios realizados en la quebrada el platanal principal fuente abastecedora del recurso hídrico a la población del municipio de Santa Rosa del Sur de Bolívar y cuyas aguas desembocan en el rio magdalena y la ciénaga de simití sitios en los cuales sus pobladores basan su economía en la pesca , igualmente se presentan los estragos que causa la minería ilegal del oro en este municipio, los daños causados por los más de 150 entables mineros puestos allí de manera ilegal en las cuales sus vertimientos son directos a las quebradas y ríos del municipio sin la realización de ningún tipo de pretratamiento ,retroexcavadoras y motobombas en la serranía de san Lucas acabando con las fuentes hídricas de la zona y la biodiversidad (Chávez, 2018), la tragedia que se vive en el sur de Bolívar la cual es considerada el tercer departamento con mayor número de minería ilegal del país que para la extracción y posterior refinación del mineral, es utilizado de manera desmesurada y sin ningún tipo de gestión óptima sustancias tóxicas como mercurio y cianuro (Díaz-Arriaga, 2014); la injerencia de narcotraficantes y grupos armados al margen de la ley en el negocio minero, la intención del gobierno de regular

de manera gradual la comercialización y uso del mercurio, y sobre el último informe de la Contraloría General afirmando que 17 departamentos y 80 municipios del país están afectados

por la minería del oro (Energía, 2019). Ante la carencia de estudios realizados en los ríos y quebradas del municipio verificando su calidad para los distintos usos, en este sentido, se considera realizar una evaluación de impactos en la principal fuente quebrada “el platanal” como estudios primarios para verificar la calidad del agua de esta para así establecer que usos podría hacer la población de estos y plantear propuestas para la gestión de la quebrada objeto de estudio.

## **1.1 Formulación del Problema**

¿cómo se viene dando los impactos ambientales de los procesos extractivos de oro cercanos a la microcuenca quebrada el platanal?

## **1.2 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General.**

Evaluar el impacto ambiental generado por la presencia de trazas mercurio en la fuente de abastecimiento del casco urbano “quebrada el platanal” en el municipio de Santa Rosa del Sur de Bolívar

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico de las condiciones ambientales de los componentes, bióticos, abióticos y socioeconómicos afectados del área de influencia
- Evaluar los aspectos e impactos ambientales por medio de la metodología de CONESA basados en una evaluación causa-efecto el cual se analizan las acciones

entre la actividad extractiva y los principales impactos generados en la fuente superficial.

- Correlacionar los análisis matriciales presentados complementándolos con el análisis de muestras en laboratorio.

#### **1.4 Justificación**

La carencia de una planificación ambiental precisa y la tradición de la minería como factor importante dentro de la economía del municipio, ha afectado de forma negativa las dinámicas sociales y ambientales, teniendo en cuenta que el municipio se encuentra bajo la ley 2da de 1959 la cual estima que el 92,4% de su territorio es declarado zona de reserva forestal (PNUD, 2015). La minería del oro es uno de los procesos extractivos que genera mayor cantidad de problemas ambientales, en parte por la utilización de mercurio y cianuro (Unidad de Planeación Minero Energético, 2006); pues se calcula que, por cada kg de oro, se arrojan 5 Kg de mercurio al medio ambiente (Ministerio de Ambiente, 2010), de los cuales gran parte llega a las fuentes hídricas. El uso inadecuado del mercurio, principalmente en la minería del oro, produce contaminación ambiental significativa, afectando las aguas, el aire, la tierra, los vegetales, los animales y, por último, la salud humana (Cobaleda, 2006)

En el municipio de Santa Rosa Del Sur ubicada en el departamento de Bolívar se observa cada vez más la presencia de actividad minera ilegal, este municipio cuenta con áreas estratégicas de protección debido a la importancia ecológica e hídrica que presenta, por ser un área para la conservación de los recursos hídricos que surten el acueducto municipal, una de las fuentes más importantes para el municipio es la microcuenca el platanal, dicha zona fue

señalada por los propietarios y dueños de los predios adyacentes quienes han evidenciado invasiones de mineros a concesiones forestales con el establecimiento de cambuches o chozas, construidas a modo de ocupación ilegal, esto ha incrementado la preocupación por la intensidad de la actividad sobre el lecho de las quebradas con dragas de succión estacionaria expandiéndose de una manera acelerada sobre la microcuenca el platanal (JEREZ, 2012)

La legislación colombiana establece mediante la Resolución 0631 de 2015 Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillados públicos y se dictan otras disposiciones. que las fuentes hídricas podrán ser destinadas para consumo humano siempre y cuando su concentración de mercurio sea menor a  $2,0 \mu\text{g/L}$

desafortunadamente en información suministrada por la (UIS) en un análisis de calidad del agua realizado a la principal fuente abastecedora del municipio “quebrada el platanal” determinaron que actualmente esta fuente hídrica se encuentra en alerta por las altas concentraciones de cianuro y mercurio en el efluente el cual reveló la presencia de trazas de mercurio de  $2,19 \text{ mg/kg}$ , constando que la concentración está por encima de los valores permisibles en la normatividad colombiana (RCN Radio, 2017); debido a esto se han realizado estudios a la población vulnerable, en los cuales se identificaron varios casos de enfermedades relacionadas a la fuente hídrica en la cual una población total de 25 mil personas se ven afectadas diariamente (Social, 2018) y no solo los habitantes del municipio sino personas o pobladores circundantes a la zona, Paradójicamente, se supone que las fuentes de abastecimiento deben ser limpias, y estar protegidas de la influencia del hombre, algo que claramente no ocurre en este municipio, ya que no cuenta con ningún control ambiental y sanitario; por este motivo es necesario realizar una evaluación de impacto del estado actual

de calidad del agua de la fuente hídrica, con el objetivo de conocer el grado de afectación que puede causar a la salud de la población Y el uso del agua, lo que se busca con la información obtenida es saber cuáles son la consecuencia de contaminación y cuál es el efecto que pues causar el uso del agua cuando las personas la utiliza y que soluciones y recomendaciones se le pueden dar a la poblaciones para la manejo adecuado de los nacimientos de agua

## **1.5 Delimitaciones**

### **1.5.1 Delimitación Operativa**

El proyecto de investigación estará enmarcado dentro de la legislación pertinente colombiana, realizando mediante el método de Vicente Conesa las matrices correspondientes y la utilización de la herramientas adecuadas y la implementación de la Guía Metodológica Para La evaluación de Impactos Ambientales, del mismo modo realizando visita en campo; así mismo, aproximar el número estimado de entables mineros de manera artesanal presentes en la zona de estudio, los principales problemas son enfrentar la dificultad de lograr identificar a toda la población afectada por este tipo de contaminación. De igual manera, se tendrán en cuenta y harán consultas en fuentes secundarias (libros, revistas, periódicos, artículos, blogs, estadísticas, etc.) para obtener información que permita profundizar en el análisis e investigación de los demás estudios propuestos.

### **1.5.2 Delimitación Conceptual.**

Para la ejecución y mejor entendimiento de esta investigación se enfocará en las siguientes definiciones, encontramos evaluación de impacto, fuentes hídricas, muestreo y minería ilegal.

### **1.5.3 Delimitación Geográfica.**

Este trabajo se realizará en la fuente superficial “quebrada el platanal” más específicamente en la Bocatoma para el abastecimiento del municipio de Santa Rosa del Sur, Bolívar.

### **1.5.4 Delimitación Temporal.**

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos se espera desarrollarse en un tiempo de cuatro (4) meses una vez aprobado el anteproyecto.

## Capítulo 2. Marcos Referenciales

### 2.1 Antecedentes

El presente trabajo presenta los siguientes antecedentes a nivel internacional, nacional y local:

IBAMA (2019) Considera que la actividad minera en Brasil está llena de contradicciones que contribuyó a la expansión territorial del país en la época colonial pero a costa de la destrucción de varias comunidades indígenas; Que ayuda en el equilibrio de la balanza comercial brasileña, al mismo tiempo daña el medio ambiente; y tiene potencial para enriquecer y, a la vez, enfermar a los mineros; Los defensores de la actividad afirman que a pesar de ser reconocidos por la Constitución Federal, los mineros artesanales son “satanizados ambientalmente, injustificados socialmente y penalizados tributariamente”; El mercurio usado para separar el oro es extremadamente tóxico y está asociado no solo a problemas respiratorios, digestivos y neurológicos en los mineros informales, sino también a la contaminación de peces, agua, aire y suelo. Por eso, la Política Nacional de Medio Ambiente (Ley 6938/81, aprobada por el congreso en 1981) determinó que el Instituto Brasileiro de Medio Ambiente y Recursos Renovables (IBAMA) tendrá la responsabilidad de controlar la importación, la producción, la comercialización y el uso de mercurio en Brasil; El contenido promedio de mercurio en peces en la Amazonia brasileira es de 669ng/g. siendo una cifra por encima de los límites recomendados por la OMS; Por lo tanto Brasil no cuenta con una institución que tenga funciones específicas contra la minería ilegal.

IIED (2002) El instituto Internacional considera entre los impactos ambientales más relevantes provocados por la pequeña minería se encuentra la contaminación con mercurio y

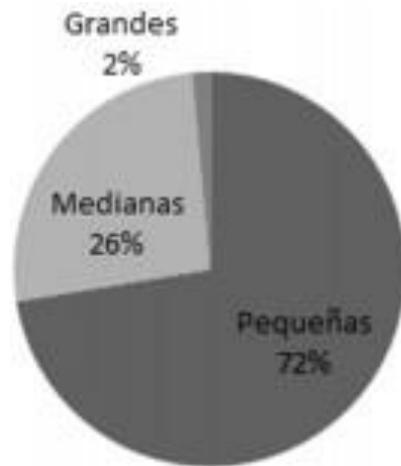
cianuro, la eliminación directa de relaves y efluentes en los ríos, el daño en los ríos en áreas aluviales, los ríos convertidos en cienos, el daño por erosión y deforestación, y la destrucción del paisaje.

Wotruba (1998) indica que estudios científicos realizados en Colombia demuestran que los mineros en pequeña escala, en condiciones de ilegalidad minera y ambiental, tienden a provocar más daño al ambiente que los que trabajan en empresas mineras modernas, con un costo ambiental mayor por unidad de producción; El diagnóstico socio ambiental de la pequeña minería de metales preciosos en Colombia, en los procesos de explotación de la pequeña minería de metales preciosos se impacta de manera crítica las fuentes de agua subterránea y superficial; Desafortunadamente, los métodos de recuperación del oro fino más difundidos son precisamente los más contaminantes.

Güiza (2013) dimensiona la actividad en Colombia como una producción aún muy incipiente, allí establece que durante el censo realizado en 2011, del total de minas del país existentes 14.357, 10.384 son minas pequeñas, 3.749 son medianas y 208 son grandes, la siguiente ilustración muestra con mayor detalle la proporción de la pequeña minería frente a las demás escalas de producción minera:



**Figura 1** Porcentaje de unidades de explotación minera discriminado por escalas de producción



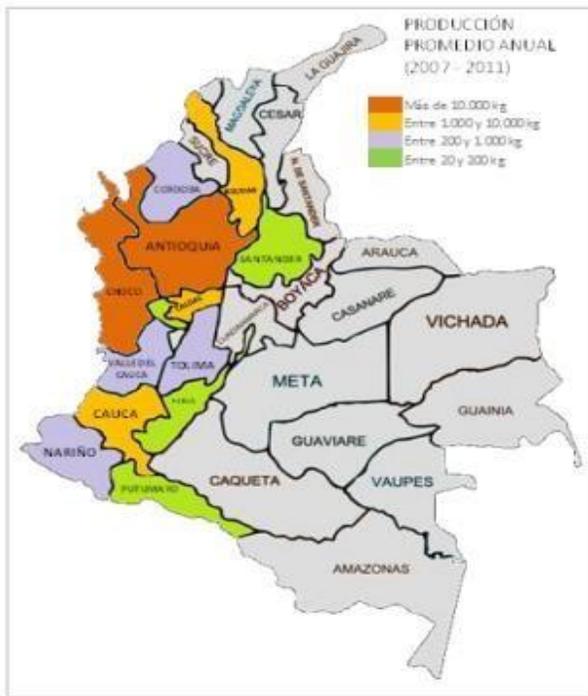
**Fuente:** Güiza, Leonardo (2013). La pequeña minería en Colombia: una actividad no tan pequeña.

Según Romero (2019) en su trabajo de Pasantías realizado en el municipio de Santa Rosa Del Sur De Bolívar concluyó que entre el año 2018 y 2019 ha ocurrido un procesos acelerado de explotación aurífera y tala ilegal en la microcuenca el platanal, el cual provoca profundas alteraciones en el medio biofísico, biológico y social, como la deforestación, remoción de suelo, alteración de la morfología del cauce, Alteración del caudal superficial y subterráneo, contaminación por metales pesados e hidrocarburos y emisiones de ruido. Entre ellos la deforestación es el impacto indirecto más grave que se ha ocasionado al ecosistema, de acuerdo a el estado actual de conservación el porcentaje de fragmentación en los predios cercanos a la microcuenca es equivalente al 23,96%, este representa un estado de conservación salpicado, además de esto se estima que los niveles de mercurio vertidos a la fuente superficial, la microcuenca el platanal superan los límites permisibles estipulados en la ley, La contaminación por mercurio abarca un área mucho mayor a la microcuenca; debido a la dispersión por el viento, la lluvia, la escorrentía y la migración de individuos contaminados.

## 2.2 Marco Histórico

De acuerdo al censo minero, la producción de oro en el país está agrupada en un 99,6% en trece departamentos y en un 95% en diez departamentos del país con mayor producción de oro durante los últimos 5 años (2007-2011) estos han sido: Antioquia, Chocó, Bolívar, caldas, Cauca, Valle del Cauca, Tolima, Córdoba, Santander, Risaralda, Putumayo y Huila (C. & LA)

En la figura 2 se muestra la ubicación geográfica de los departamentos en los cuales se produce a cabo la mayor explotación de oro



**Figura 2** Localización geográfica de la MAAPE en Colombia

**Fuente:** Tomado de (C. & LA) Sinopsis Nacional de la Minería Aurífera Artesanal y de Pequeña Escala

en la siguiente tabla se relacionan los municipios más representativos de los principales departamentos productores de oro en Colombia

**Tabla 1** Principales municipios productores de oro en Colombia

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>MUNICIPIOS</b>
<b>CAUCA</b>	Timbiquí, López de Micay, Guapi Santa Rosa, Bolívar, Almaguer San Sebastián, , La Vega, Páez, La Sierra, Silvia, Jambaló, Inza, Suarez, Morales, El Tambo, Balboa, Argelia Rosas, Popayán, Piendamó, Buenos Aires, Santander de Quilichao, El Bordo, El Patía Piamonte
<b>VALLE DEL CAUCA</b>	Buenaventura, Dagua, Darién, Jamundí, Bolívar, Santiago de Cali, El Dovio, Argelia, Ginebra, Guacarí, Buga, Tuluá
<b>NARIÑO</b>	Barbacoas, Roberto Payán, Magui Payán, , El Charco, Tumaco y Santa Barbará de Iscuandé Mallama, Santa Cruz de Guachavéz, Samaniego, La Llanada, Los Andes, Policarpa, Cumbitara, Leiva y la Cruz
<b>HUILA</b>	La Plata, Iquira, Tesalia, Neiva Yaguarà, Palermo, Rivera, Campo Alegre, Neiva y Villa Vieja
<b>TOLIMA</b>	Libano, Fala, Santa Isabel, Fresno Villa Hermosa, Murillo, Chaparral, Planada. Cajamarca, Casabianca, Ibagué, Río Blanco Roncesvalles, Ataco, Coyaima, Armero, Coello, Lérida, Ortega, San Luis, Mariquita y Valle del San Juan
<b>ANTIOQUIA</b>	Zaragoza, El Bagre, Nechí, Caucasia, Tarazá, Cáceres y Anorí Vegachí, Segovia, Remedios, San Roque, Amalfi, Cañas Gordas, Frontino y Buriticá.
<b>BOLIVAR</b>	Montecristo, Santa Rosa del Sur, San Martín de Loba, Morales, San Pablo, Barranco de Loba Montecristo, Simití
<b>CHOCÓ</b>	Condoto, Istmina, Unión Panamericana, Tadó, Nóvita, El Cantón de San Pablo, Sití
<b>CALDAS</b>	Marmato, Riosucio, Manizales Supía, Irra, La Dorada, La Victoria, Filadelfía, Samaná
<b>SANTANDER</b>	California, Vetas
<b>PUTUMAYO</b>	Puerto Leguízamo, Sibundoy, Mocoa
<b>RISARALDA</b>	Quinchía, Mistrató

**Fuente:** (C. & LA) Sinopsis Nacional de la Minería Aurífera Artesanal y de Pequeña Escala

En el territorio Bolívarense se ha desarrollado la minería aurífera como una alternativa para el progreso económico de la región y del país, de esta forma es preciso analizar la

historia de la extracción de este mineral, y cómo ha tenido preponderancia dentro de las actividades económicas del mercado

Es así como en los siglos XVII y XVIII se explotaban ricas minas en Simití y Guamocó que marcaron un punto de partida en la explotación que se daría a este mineral en la región, posterior a ello En las localidades de Simití y Mompóx en el siglo XIX se fundía el oro que procedía de las distintas zonas mineras del Sur de Bolívar, por lo que Mompóx se convirtió más tarde en el centro transformador por excelencia (Murillo Amparo, Historia del Poblamiento en el Sur de Bolívar. CONPES, 1991)

En la década de 1970 es recolonizada la zona del hoy municipio de Santa Rosa del Sur, principalmente por pequeños mineros artesanales. Y a finales de la década de 1990, se agudiza la confrontación armada entre la insurgencia y el Estado. Arriban a la región grupos paramilitares para contrarrestar a la guerrilla y desplazar a los campesinos y mineros de la zona, facilitando el camino para la entrada de las empresas multinacionales para explotar los recursos naturales de la Serranía, entre los cuales están la riqueza aurífera, hídrica y ambiental, en la actualidad en el municipio de Bolívar existen una cantidad creciente de minas, en el siguiente cuadro se enmarcan algunas de ellas dentro del territorio bolivarense.

**Tabla 2** Ubicación de las minas

<b>Municipio</b>	<b>Localización</b>	<b>Minas</b>
<b>Montecristo</b>	Serranía de Montecristo	Mina Dura Bolvador Mina Walter La candelaria Mina Unión El paraíso
<b>Achí</b>	Cerro de San Mateo	La primavera El Avión Canónico Los Muñecos

	Región Rio Caribona y Áriza	Pueblo Loco Pueblo nuevo Puerto guarumo Mina el negro La compañía
<b>Morales</b>	Serranía de San Lucas	Arenal La Sabana La Soya Santo Domingo
<b>Simití</b>	Serranía de San Lucas	Ánimas Bajas Animas altas El piñal Caño Orqueta Caño Escondido Caño Cartón Caño Viejo
<b>San Pablo</b>	Rio Magdalena	Las Brisas La Cristalina Bija Caño Las Pavas Caño Oro
<b>Rio Viejo</b>	Brazo De Morales	Los Curas San Pedro San Carlos Las Nieves Casa De Barro Las palmeras Mina Estrella La esperanza Mina Nueva Mina Brisa Buena Señá La Victoria El Dorado
<b>Santa Rosa</b>	Serranía De San Lucas	Mina Vieja Mina Nueva Mina Quemada Mina del Golfo Mina el Carmen Mina Mocha Mina Carpa Mina Fácil Mina Mochila Mina Tabaco Mina Tabaquito

		Mina Tanga Mina Caracol
--	--	----------------------------

**Fuente:** Tomado de Quijano 2008

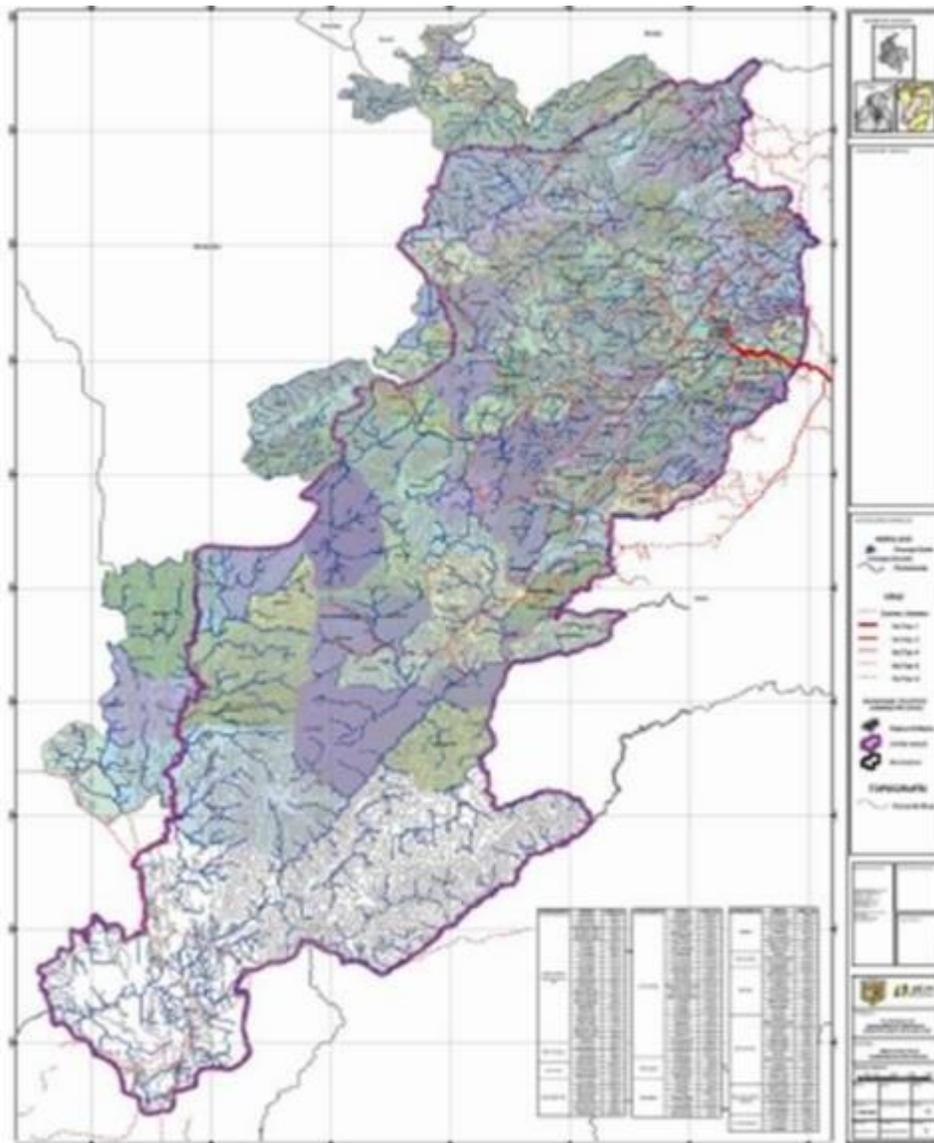
Para el año 2018 según la ANM el departamento ocupaba el tercer puesto a nivel nacional en cuanto a la producción de oro del país con una producción estimada en 137.012 (Oz Troy) unidades de medida imperial, y el Distrito Minero de Santa Rosa contempla el 69% de los yacimientos auríferos, pero la ilegalidad en su explotación asciende a casi un 70% del total de minas del departamento.

### **2.3 Marco Contextual**

Según el documento oficial del consejo municipal de santa rosa del sur (CONSOLIDACIÓN PBOT DEL MUNICIPIO SANTA ROSA DEL SUR BOLÍVAR, 2014), Santa Rosa del Sur es un municipio del norte de Colombia, que se encuentra ubicado al sur del Departamento de Bolívar, insertado en las estribaciones de la Cordillera Central, en el corazón de la Serranía de San Lucas, entre los paralelos 7° 57' 56" de latitud Norte, 74°3' 13" de latitud Oeste. Limita al norte con el municipio de Morales, al sur con el municipio de Cantagallo y el Departamento de Antioquía, al oriente con el municipio de Simití y San Pablo, y al occidente con el municipio de Montecristo.

La estratégica ubicación del municipio en las estribaciones de la serranía de San Lucas constituyen para este una riqueza forestal e hídrica, la cual se ha visto afectada por la tala indiscriminada la minería y en menor medida la expansión de la frontera agrícola y establecimiento de potreros, el municipio cuenta con diversos recursos hídricos siendo el más importante la microcuenca quebrada el platanal debido a su uso para el suministro de agua a la

población Santarroseña, esta posee una longitud de 50,87 kms tiene un área de 26867 Has y un perímetro de 97.57 km (Alfonso, 1998)



**Figura 3** Mapa Santa Rosa Del Sur, Bolívar  
**Fuente:** (Alcaldia Municipal De Santa Rosa Del Sur Bolívar, 2014)

## **2.4 Marco Conceptual**

### **2.4.1 Sistemas de abastecimiento de agua potable.**

Se entiende comúnmente por un sistema de abastecimiento de agua potable el conjunto de las diversas obras que tienen por objeto suministrar agua a una población en cantidad suficiente, calidad adecuada, presión necesaria y en forma continua (Valdez, 1990)

La importancia de estos sistemas es fundamental para el desarrollo justo y equitativo de las comunidades, ya que el agua potable es un factor determinante del bienestar humano.

Para el caso de Colombia, la Constitución Política establece como uno de los fines principales de la actividad del Estado, la solución de las necesidades básicas insatisfechas, entre las que está el acceso al servicio de agua potable. Sin embargo, tan solo el 35% de los municipios rurales tienen cobertura de acueducto, mientras que más del 75% de la población urbana en Colombia tiene acceso a este servicio (Nación, MYDS, SSPD, DNP, & UNICEF.) Ahora bien, los pocos acueductos que se encuentran en zonas rurales no siempre garantizan que el agua que proveen sea apta para el consumo humano o implementan tecnologías poco apropiadas para las características de la zona. De hecho, en muchos países en desarrollo según lo indica Visscher, et al. (1992) el tratamiento del agua para hacerla apta para el consumo humano todavía sigue siendo un problema serio. Por consiguiente, los sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales no solamente pueden ser definidos en términos de infraestructura, equipos y servicios, se debe tener en cuenta multiplicidad de factores que abarcan condiciones sociales, ecológicas, económicas, normativas y políticas.

#### **2.4.2 Clasificación de los cuerpos de agua.**

Se clasifican en dos grandes grupos que son: aguas subterráneas y aguas superficiales, estas últimas son aquellas que se encuentran ya sea en reposo o circulando sobre la superficie de la tierra, y de acuerdo a esto se dividen en lénticas y lólicas, estas últimas son aquellas aguas que se mueven siempre en una misma dirección y dentro de esta clasificación se encuentran los ríos los cuales serán el objeto de estudio en la presente investigación; los cuales son una corriente de agua que fluye con continuidad y siempre por gravedad, discurre de las partes altas hacia las bajas, posee un caudal determinado y finalmente desemboca en el mar, en un lago o en otro río; pero algunas veces termina en zonas desérticas, donde sus aguas se pierden por infiltración y evaporación (Huaira, 2012 )

#### **2.4.3 Calidad del agua.**

Se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a las características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano; es un factor que incide directamente en la salud de los ecosistemas y el bienestar humano, de ella depende la biodiversidad, la calidad de los alimentos, las actividades económicas, etc. Por lo general la calidad del agua se determina comparando las características físicas, químicas y biológicas de una muestra de agua con directrices de calidad del agua o estándares previamente establecidos (Toledo, s.f)

#### **2.4.4 Contaminación hídrica.**

Todo cuerpo de agua puede verse afectado por diversos tipos de contaminantes, dando lugar a una situación de sobra conocida, llamada contaminación del agua o contaminación

hídrica. Ésta se convierte en un factor peligroso para la flora, la fauna y los seres humanos ya que el agua contiene sustancias tóxicas, bacterias y microorganismos que ocasionan males en la salud. ((MERNRYT), s.f.)

#### **2.4.5 Evaluación de Impacto.**

Es una medición verídica de los impactos que se generan en un proyecto, obra o actividad (POA) a corto, mediano o largo plazo, teniendo en cuenta sus efectos directos e indirectos, los componentes a tomar en cuenta y sus efectos sean estos positivos o negativos. Esta tiene por objeto determinar si el programa produjo los efectos deseados en las personas, hogares o instituciones y si esos efectos son atribuibles a la intervención del programa (Bello, 2009)

#### **2.4.6 Definición de monitoreo ambiental del agua.**

El monitoreo ambiental es una medición uniforme y observación del medio ambiente en forma continua o frecuente que, por lo general, tienen fines de prevención y control (Camacho Bareiro & Ariosa Roche, 2000) de esta definición podemos inferir en que, el monitoreo ambiental del agua consiste en observar y medir las características físicas, químicas y biológicas de un cuerpo de agua determinado, con la finalidad de evaluar su calidad y establecer el tratamiento para preservar o restaurar su calidad.

#### **2.4.7 Definición de índices de calidad del agua.**

Los índices de calidad del agua son herramientas que permiten asignar un valor de calidad al medio a partir del análisis de diferentes parámetros; su combinación da una visión más precisa del estado ecológico y del estado del medio biológico. Estos consisten básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de

parámetros, los cuales sirven como una medida de la calidad del agua. Su ventaja radica en que puede ser más fácilmente interpretado que una lista de valores numéricos, ya que es representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o un color (Roldan, 2010)

#### **2.4.8 Métodos utilizados para la Valoración de Impactos Ambientales.**

En relación con el tipo de método, se encontró que la totalidad de los EIA analizados, utilizan el método de matrices, específicamente la matriz simbolizada, numérica y escalada, denominado en cada estudio:

- a) Método de las Empresas Públicas de Medellín (9%)
- b) Método de Conesa (67%)
- c) Método de la matriz de Leopold (3%)
- d) Método RAM de Ecopetrol (21%).

Este tipo de método se caracteriza por incluir escalas descriptivas y numéricas para calificar, a juicio del evaluador, la Importancia (Imp) de los impactos mediante una serie de atributos o cualidades del impacto entre ellas: carácter, cobertura, reversibilidad, recuperabilidad, prevalencia, duración, frecuencia, probabilidad de ocurrencia, etc. (Modak & Biswas, 1999), por este motivo se le conoce como método cualitativo o crisp (Duarte, Requena, & Rosario, 2007), siendo ampliamente usado en el mundo por su versatilidad, fácil manejo y bajo costo (Toro, 2009).

#### **2.4.9 Contaminación Ambiental.**

La contaminación ambiental se define como todo cambio indeseable en las características del aire, el agua, el suelo o los alimentos, que afecta nocivamente a la salud, la sobrevivencia o

las actividades de los humanos u otros organismos vivos. La mayoría de los contaminantes son sustancias químicas sólidas, líquidas o gaseosas producidas como subproductos o desechos, cuando un recurso es extraído, procesado, transformado en productos y utilizado. (Miguel, Peña, & Tamayo., 2012-2013)

#### **2.4.10 Metales Pesados.**

Aunque no se tiene una definición específica a los denominados metales pesados el conocimiento que se tiene sobre ellos hasta el momento es que exhiben una densidad alta y tienen una cierta toxicidad

#### **2.4.11 Bioacumulación.**

La bioacumulación es un proceso de depósito gradual y durante un determinado tiempo, de una sustancia química en el organismo de un ser vivo, ya sea porque el producto es absorbido más rápidamente de lo que puede ser utilizado o porque no puede ser metabolizado (Ramon, 2016)

#### **2.4.12 Enfermedades de origen hídrico.**

Considerando que la calidad del agua es un factor de bienestar humano, la carencia de la misma en cantidad, calidad y continuidad, la disposición inadecuada de excretas y de residuos sólidos, crean ambientes insalubres que propician las enfermedades y disminuyen la productividad de la población (Barrios, Torres, Lampoglia, & Agüero, 2009)

Las enfermedades generadas por el agua o de origen hídrico se dividen en cuatro categorías: las enfermedades transmitidas por el agua, las que se originan en el agua, las de origen vectorial y las vinculadas a la escasez de agua (Ceron, 2013)

Para el caso de éste estudio, son de relevancia las enfermedades transmitidas por el agua, las cuales tienen su origen en aguas contaminadas por actividades antrópicas.

#### **2.4.13 Matriz de Impacto.**

Herramienta con la cual se logra un análisis de variables en forma interrelacionada y no aislada, conformando un sistema entre sí, lo que posibilita determinar los niveles de impacto y dependencia que se construyen por interacción de cada una de las variables (Lozano, 1999)

#### **2.4.14 Explotación.**

Se refiere a la actividad de extracción de mineral con valor comercial. En el caso de la minería no metálica, generalmente el mineral tiene valor en sí mismo.

#### **2.4.15 Exploración minera aurífera aluvial.**

De acuerdo a la geomorfología, se procede a abrir un pique con el objeto de ubicar donde subyace la grava aurífera; Por la fisiografía de la zona se han ubicado dos zonas frecuentes: Llanuras fluviales y Pie de Monte.

***En llanura aluvial:*** Se tiene las Terrazas (cabecera de los corridos de río) Playas (en la temporada de estiaje); Este muestreo generalmente es a lo largo de la playa a distancias de 4m a 5m una de otra; Cauces de río (Succión de material a través de maquinarias como balsas o dragas donde la experiencia de los pequeños mineros y mineros artesanales les ha permitido reconocer cuatro tipos de depósitos:

- a) Bolsones: aquellos formados en caídas de agua.
- b) Depósitos: en la confluencia de dos ríos.

c) Botaderos: en los codos de los ríos.

d) Corridas: salida de los ríos.

***En Piedemonte:*** se tiene áreas de purmas o zonas con boscosas identificándose zonas como Monte: se realizan piques. de 0,5x0, 5x0, 5m. El material es extraído con lampas, y en ellas, determinan la cantidad de "chispas de oro". Terrazas: Generalmente en las quebradas afloran terrazas colgadas que generan pequeños acantilados que permiten visualizar zonas de grava aurífera y la potencia de la misma.

#### **2.4.16 Unidad productiva minera informal (UPMI).**

Una UPMI es una unidad económica que desarrolla actividades de minería en pequeña escala sin contar con el correspondiente derecho minero, esto es, el título de la concesión o un contrato de explotación registrado, y que maneja de manera independiente sus decisiones productivas y de comercialización, así como sus gastos e ingresos; Se maneja de manera independiente, tanto en el proceso productivo (explotación y/o producción), como en las transacciones comerciales y en las contrataciones de mano de obra.

## **2.5 Marco Teórico**

En el sector aurífero de Colombia, según las autoridades mineras, el mayor porcentaje de la producción nacional proviene de la pequeña y mediana minería, que extraen el metal de manera tradicional y artesanal. sin embargo, se evidencia la magnitud del efecto ambiental que se está generando en este sector de la producción porque carece de adecuada planeación, estructura y legalización para controlar o contrarrestar los efectos nocivos que puede tener sobre el medio ambiente (Colombia, 2010)

En la mayoría de regiones auríferas del mundo, el mercurio y el cianuro se han utilizado en la recuperación primaria y secundaria del oro y sus metales asociados, y por lo general las inversiones son menores en relación con equipos de algunas tecnología tales como plantas gravimétricas, de precipitación o concentración, además de muchos casos no tienen en cuenta las condiciones de seguridad mínimas para su uso y aplicación (Peña, 2003)

### **2.5.1 Degradación ambiental.**

El término degradación ambiental aparece en el informe de Brundtland, y se utiliza para referirse a problemas ambientales como el calentamiento global, destrucción de la capa de ozono, entre otros (ONU, Report of the World Commission of Environmental and Development. Our Common Future, 1987). La degradación ambiental puede definirse como la pérdida progresiva de la aptitud de los recursos naturales para prestar bienes y servicios a la humanidad, producida por contaminación del ambiente y también por depredación de los recursos naturales. Debido a las complejas relaciones de interdependencia que existe entre los ecosistemas y las actividades humanas, la degradación suele tener efectos en cadena (Andaluz, 2011). De igual manera, degradación ambiental es definida como un conjunto de

alteraciones de origen humano que afectan a los ecosistemas y ciclos ecológicos, lo cual incrementa la probabilidad de cierto tipo de desastres y aumenta su poder destructivo, como, por ejemplo, la deforestación intensifica el peligro de inundaciones y deslizamientos de tierras; la extracción masiva de aguas subterráneas y contaminación de aguas superficiales produce escasez de agua dulce (Chafe, 2007).

Por otro lado, existe mucha controversia alrededor del nexo pobreza y degradación ambiental. Una tendencia predominante de pensamiento sostiene que la pobreza es una de las principales causas de la degradación ambiental y, si los políticos quieren abordar los problemas ambientales, entonces primero deben abordar el problema de la pobreza. Así, una de las conclusiones del Informe Brundtland plantea explícitamente que la pobreza es la principal causa de los problemas ambientales (Duraiappah, 1998). Sin embargo, esta explicación es refutada por ser demasiado simplista, ya que el nexo es gobernado por una compleja red de factores como las interconexiones entre modelos de desarrollo dominantes, políticas y acciones del Estado, la competencia entre varias clases y grupos de interés y las estrategias de sobrevivencia de las poblaciones, entre otros. Las industrias extractivas pueden causar degradación ambiental. En la fase de exploración y explotación, se puede provocar la deforestación, fragmentación de hábitats y pérdida de biodiversidad. Por ejemplo, la construcción de caminos de acceso puede abrir territorios vírgenes para que sean explotados; la eliminación de los desechos de la minería puede contaminar los cuerpos de agua; aun cuando los relaves son almacenados adecuadamente, existe la posibilidad de que los diques que los contienen puedan desbordarse; los drenajes ácidos de las minas también contaminan el suelo y las aguas, al igual que los derrames de mercurio y cianuro. La degradación ambiental

puede, a su vez, destruir los medios de subsistencia que las comunidades locales requieren (Hildyard, 2007)

### **2.5.2 Contaminación ambiental.**

Por otro lado, existe mucha controversia alrededor del nexo pobreza y degradación ambiental. Una tendencia predominante de pensamiento sostiene que la pobreza es una de las principales causas de la degradación ambiental y, si los políticos quieren abordar los problemas ambientales, entonces primero deben abordar el problema de la pobreza. Así, una de las conclusiones del Informe Brundtland plantea explícitamente que la pobreza es la principal causa de los problemas ambientales (ONU, Report of the World Commission of Environmental and Development. Our Common Future, 1987) Sin embargo, esta explicación es refutada por ser demasiado simplista, ya que el nexo es gobernado por una compleja red de factores como las interconexiones entre modelos de desarrollo dominantes, políticas y acciones del Estado, la competencia entre varias clases y grupos de interés y las estrategias de sobrevivencia de las poblaciones, entre otros (Duraiappah, 1998) Las industrias extractivas pueden causar degradación ambiental. En la fase de exploración y explotación, se puede provocar la deforestación, fragmentación de hábitats y pérdida de biodiversidad. Por ejemplo, la construcción de caminos de acceso puede abrir territorios vírgenes para que sean explotados; la eliminación de los desechos de la minería puede contaminar los cuerpos de agua; aun cuando los relaves son almacenados adecuadamente, existe la posibilidad de que los diques que los contienen puedan desbordarse; los drenajes ácidos de las minas también contaminan el suelo y las aguas, al igual que los derrames de mercurio y cianuro. La

degradación ambiental puede, a su vez, destruir los medios de subsistencia que las comunidades locales requieren (Hildyard, 2007)

Sobre la base de estos acuerdos internacionales el término contaminación ambiental fue evolucionando. En líneas generales, esta se produce cuando el hombre introduce directa o indirectamente en el ambiente agentes físicos, químicos, biológicos, o una combinación de estos, que alteran o pueden alterar el medio ambiente afectando de manera negativa la oportunidad de que la gente lo use o disfrute (EPA, Makah Tribe. Water Quality Standards for Surface Water, 2006) En este contexto, la intervención del gobierno en el control de la contaminación puede realizarse por medio de regulación directa a través de instrumentos de comando y control, o mediante la implementación de instrumentos económicos. Los instrumentos de comando y control operan imponiendo un límite legal sobre la cantidad de contaminación permitida a cada emisor

La contaminación ambiental se posiciona como uno de los más importantes problemas que afectan a la sociedad del siglo XXI. La pérdida de calidad del aire, del recurso hídrico y de suelos disponibles para actividades agrícolas se ha incrementado exponencialmente La tasa de contaminación del agua puede ser estimada en 2000 millones de metros cúbicos diarios. Se hace evidente una crisis de este recurso para los próximos años, lo que podría comprometer el cumplimiento de uno de los objetivos de Desarrollo del Milenio de la Organización de Naciones Unidas (ONU & DAES, Report of the World Commission of Environment and Development. Our Common Future, 2015) En septiembre de 2015, la Asamblea general de la ONU, acordó como objetivo: “asegurar la disponibilidad y la gestión sostenible de agua y saneamiento para todos”, otorgándole al agua un carácter prioritario para todos los países

miembro. Cabe destacar que el año 2015 fue crítico para la agenda en materia de agua y saneamiento.

Específicamente, la contaminación del agua por metales pesados ocasionada por vía antrópica y natural, está afectando drásticamente la seguridad alimentaria y salud pública (EPA, Water Quality Standards: Protecting Human health and Aquatic Life, 2011) Estudios recientes reportan la presencia de metales pesados y metaloides tales como mercurio (Hg), arsénico (As), plomo (Pb), cadmio (Cd), zinc (Zn), níquel (Ni) y cromo (Cr) en hortalizas tales como la lechuga, repollo, calabaza, brócoli y papa (Remigio, 2015) Esta contaminación, proviene, entre otros causales, del uso para riego de aguas afectadas. De igual manera, se han encontrado metales en diferentes concentraciones en peces, carnes y leche resultado de la bioacumulación y movilidad desde el ambiente a las fuentes hídricas. Algunas especies tales como ostras, mariscos y moluscos acumulan el cadmio proveniente del agua en forma de péptidos ligadores hasta alcanzar valores de concentración entre 100 y 1000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (Reyes, Vergara, Torres, Díaz, & González, 2016). En la carne, el pescado y frutas se han reportado valores de concentración entre 1 y 50  $\mu\text{g}/\text{kg}$  y en algunos granos entre 10 y 150  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (Remigio, 2015).

### **2.5.3 Estándares de Calidad Ambiental.**

Un antecedente del desarrollo de estándares es lo ocurrido a finales de la década de 1960 en el río Cuyahoga, Ohio, Estados Unidos. Este río se cubrió de basura y desperdicios, que flotaban formando una capa oleaginosa negra y pesada que se incendió y se convirtió en un símbolo de la degradación ambiental resultante de la industrialización descontrolada. Junto con imágenes de la eutrofización y peces muertos flotando en la superficie del lago Erie, el

efecto de la contaminación conmovió a la opinión pública y provocó la promulgación de las legislaciones ambientales más destacadas, como el Clean Water Act (Ley de Calidad del Agua) en 1972 sobre calidad del agua en ríos, lagos, estuarios y tierras húmedas (Masters & Ela, 2008). En Estados Unidos, los estándares de calidad de agua son establecidos por cada Estado.

#### **2.5.4 metales pesados y efectos en la salud y ambiente.**

la presencia de metales en el ambiente se da por vía natural y antropogénica. Se movilizan en matrices de agua, suelo y aire. Los metales son persistentes, es decir, no pueden ser creados o degradados, ni mediante procesos biológicos ni antropogénicamente. Una vez que han entrado en los ecosistemas acuáticos, se transforman a través de procesos biogeoquímicos y se distribuyen entre varias especies con distintas características físico-químicas, por ejemplo material particulado ( $>0,45 \mu\text{m}$ ), coloidal ( $1 \text{ nm}-0,45 \mu\text{m}$ ) y especies disueltas ( $=1 \text{ nm}$ ) (Alier, 2010) La materia particulada y coloidal, tanto orgánica como inorgánica, desempeña un papel clave en la coagulación, la sedimentación y en los procesos de adsorción, los cuales influyen en los tiempos de residencia y transporte de los metales trazas desde la columna de agua a los sedimentos y a otras matrices.

La inhalación y la ingesta de alimentos, son dos de las causas más sobresalientes de contaminación. Los efectos tóxicos dependen del tipo de metal, de la concentración y en algunos casos de la edad de la población expuesta. Algunos estudios que evalúan la contaminación de metales pesados en alimentos, carne y leche, han encontrado que el cadmio, el mercurio, el plomo y el arsénico, son cuatro de los elementos que por su impacto en la

salud y concentración deben ser cuidadosamente evaluados y monitoreados. La fuente de contaminación y su incorporación en la cadena alimenticia se ilustra en la siguiente gráfica.

**Figura 4** Fuentes de contaminación por metales pesados en aire, suelo, agua y planta



**Fuente:** Tomado de Reyes, Vergara, Torres, Díaz, & González, 2016

### 2.5.5 Mercurio.

Es un metal líquido a temperatura ambiente, que además de encontrarse en su estado elemental, se puede hallar como derivados inorgánicos y derivados orgánicos. El mercurio elemental es poco soluble y por lo tanto poco tóxico al ingerirse, pero puede emitir vapores tóxicos a cualquier temperatura y ocasionar intoxicaciones agudas y crónicas por su inhalación (Sarmiento, 1998) La toxicidad que exhibe el mercurio depende drásticamente de la fase química en la que se encuentre. El metilmercurio es una de las formas con elevada toxicidad y es muy fácilmente incorporado en la cadena alimenticia y bio-acumulado en seres vivos. Afecta principalmente al sistema nervioso y puede producir graves daños en el cerebro

en estado fetal. Es activamente perjudicial para el sistema cardiovascular y puede ser cancerígeno.

### **2.5.6 Contaminación por metales pesados en Colombia.**

En Colombia, durante el año 2013, se realizaron 169 muestreos de cadmio, 180 muestreos de cromo y plomo y 104 muestreos de mercurio (IDEAM, Informe batimetría Lago de Tota. Grupo de Modelación, 2014). Con respecto al Hg, según se reporta los valores de concentración más altos se encuentran en el río Marmato, Nechí, Magdalena, Guachal y río Coello. Con respecto al Cd las mayores concentraciones se identificaron en río Negro, río Bogotá y río Cararé. En los ríos Marmato, Bogotá, Cauca la Pintada, Achi y Pinillos registraron las concentraciones más altas en Pb.

En Colombia no son aún suficientes los estudios realizados sobre contaminación por metales pesados. Se hace necesaria la realización de mediciones sistemáticas y continuas bajo estándares de calidad, que permitan construir los mapas de contaminación, necesarios para trazar las estrategias de mitigación y remediación (IDEAM,2014). Aunque no se ha reportado en la literatura estudios que indiquen diferentes concentraciones de metales en el Lago y alimentos de consumo humano, ya se observan iniciativas en ese sentido como la investigación en curso (UPTC, 2016) relacionada con la determinación de metales pesados en la estructura de la Elodea (*Egeria Densa*); también hay esfuerzos en la búsqueda de soluciones para el tratamiento de aguas residuales de pequeño caudal y prácticas de cultivo orgánico de la cebolla tendientes a reducir el uso de agroquímicos y fungicidas, así como propuestas en redes de sensado para diferentes agroquímicos en el entorno del lago. Particularmente lo importante de estos estudios es establecer los niveles totales de metales presentes en las

diferentes matrices, así como conocer la distribución en las distintas fracciones químicas (especiación) en los diferentes compartimentos medioambientales. Identificar las formas químicas más biodisponibles y en consecuencia con mayor potencial tóxico de los metales estudiados, para la evaluación de los efectos tóxicos debida a la contaminación. Los estudios de laboratorio realizados durante los últimos años, han avanzado los conocimientos de la química de metales en los sistemas acuáticos, incluyendo la formación de complejos metálicos orgánicos e inorgánicos y la adsorción a las partículas de materia orgánica. Investigaciones paralelas han dado lugar a una mejor comprensión de las bases fisiológicas de por qué los metales son tóxicos para los organismos acuáticos. Estos estudios, conducen a una mejora para analizar cómo la química del agua afecta la biodisponibilidad y cómo los metales ejercen toxicidad en el organismo.

## 2.6 Marco Legal

Constitución Política de Colombia

Art 8: es obligación del estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación.

Artículo 79: Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución

Ley 2811 de 1974. Artículo 1º.- El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social.

La preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social. (C.N. artículo 30)

Artículo 2º: Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto:

- 1.- Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio Nacional
- 2.- Prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos
- 3.- Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la Administración Pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y del ambiente.

Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medioambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental- SINA, y se dictan otras disposiciones.

Ley 79 de 1986 por la cual se prevee a la conservación de agua y se dictan otras disposiciones

En Colombia, el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible emitió la resolución 0631 del 2015 *“por la cual se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles que*

*deberán cumplir los vertimientos puntuales a las aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público*”, estos parámetros con sus respectivos valores están establecidos de acuerdo a las principales actividades económicas del país y por el tipo de aguas residuales (domesticas o no domesticas) en su artículo 10 hace referencia a los parámetros fisicoquímicos y sus respectivos valores máximos permisibles en os vertimientos de aguas residuales no domesticas a los cuerpos de agua superficial que deben ser monitoreados para el sector minero, específicamente para la extracción de carbón de piedra y lignito, extracción de minerales de hierro y extracción de oro y otros metales preciosos (MADS, 2015)

En la siguiente tabla se mostrará los parámetros que deben ser monitoreados para el vertimiento de aguas residuales no domesticas generadas en la extracción de oro y otros metales precioso

**Tabla 3** Valores máximos permisibles para los parámetros

Parámetros	Unidades	Extracción de oro y otros metales preciosos
<b>Generales</b>		
pH	Unidades de pH	6 a 9
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	150
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	50
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	mg L <sup>-1</sup>	50
Sólidos Sedimentables(SSED)	mg L <sup>-1</sup>	2
<b>Generales</b>		
Grasas y Aceites	mg L <sup>-1</sup>	10
Fenoles	mg L <sup>-1</sup>	0.2
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg L <sup>-1</sup>	Análisis y Reporte
<b>Hidrocarburos</b>		
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg L <sup>-1</sup>	10
<b>Compuestos de Fósforo</b>		
Ortofosfatos (P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	Análisis y Reporte
Fósforo Total (P)	mg L <sup>-1</sup>	Análisis y Reporte
<b>Compuestos de Nitrógeno</b>		
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	Análisis y Reporte
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	Análisis y Reporte
Nitrógeno Total (N)	mg L <sup>-1</sup>	Análisis y Reporte
<b>Iones</b>		
Cianuro Total (CN <sup>-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	1
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	250
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	1200
Sulfuros (S <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	1

*fuente: Tomado de Yanez 2016*

Decreto ley 2811 de 1974 .se dicta el código nacional de recurso naturales renovables y de protección al medio ambiente.

Decreto 3930 de 2010. Por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la ley 9 de 1979, así como el capítulo II del título VI en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

Resolución 2115 de 2007. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano

Resolución 0631 de 2015.

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

Ley 99 de 1993

Artículo 1.- Principios Generales Ambientales. La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales: 1. El proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

Las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos serán objeto de protección especial.

La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.

Los estudios de impacto ambiental serán el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial.

Ley 373 DE 1997

Artículo 1o. programa para el uso eficiente y ahorro del agua

Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprobarán la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras corporaciones autónomas que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos.

Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974

Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Artículo 2.- Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto:

1. Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional.

2. Prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos.
3. Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la administración pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y de ambiente.

#### Resolución 1541

Por el cual se reglamenta la parte III del libro II del Decreto-ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973. este Decreto tiene por finalidad reglamentar las normas relacionadas con el recurso agua en todos sus estados, y comprende los siguientes aspectos.

#### Resolución 1594

Por medio de la cual se establecen los usos de agua y residuos líquidos. Cuando quiera que el presente Decreto se refiera a recurso, se entenderá por tal las aguas superficiales, subterráneas, marinas y estuarinas, incluidas las aguas servidas.

## **Capítulo 3 Diseño Metodológico**

### **3.1 Tipo de investigación**

Para la ejecución del siguiente proyecto se ejecutará en base a una investigación de tipo cuantitativa y descriptiva ya que busca especificar las características de las variables bajo estudio resultante de la revisión de los hechos y datos recopilados de la quebrada el platanal lo que permitirá interpretar la realidad con las variables seleccionadas, teniendo en cuenta que se determinan las causas y consecuencias de un fenómeno de las variables técnicas y operativas que nos permitirá conocer cuantitativamente los impactos ambientales presentados en la zona de estudio.

Desde el punto de vista el propósito investigativo será una investigación básica donde se busca obtener datos concretos que nos permitan identificar o evaluar los impactos ambientales para la fuente hídrica localizada en el municipio de Santa Rosa Del Sur De Bolívar.

Por otra parte, tendrá un enfoque de tipo mixto teniendo en cuenta que se pretende analizar un conjunto de componentes (Bióticos, Abióticos, Sociales y Económicos) que se representarán en valores numéricos y sobre los cuales se puede llevar a cabo una evaluación cuantitativa. para la ejecución de este proyecto se tiene en cuenta una serie de actividades medibles y alcanzables en un periodo de plazo de (4 meses) desarrollado en diferentes etapas.

### **3.2 Población**

La población de estudio comprenderá la fuente hídrica superficial quebrada el platanal, ubicado en el municipio de Santa Rosa del Sur departamento de Bolívar.

### 3.3 Muestra

Corresponde al tramo a evaluar, estipulado en la investigación a desarrollar (Bocatoma quebrada el platanal), tomando como fases del proyecto la realización de una identificación en la microcuenca, la evaluación de los aspectos e impactos ambientales y por ultimo realizar la correlación con los análisis del laboratorio.

### 3.4 Recolección de la Información

**3.4.1 Información primaria.** Esta información será colectada a partir de salidas al campo, en donde se tomarán coordenadas de puntos de interés para esta investigación, lugar de vertimientos puntuales, localización de las viviendas y trabajos de explotación del mineral oro bajo un área de influencia de 1km a la redonda etc.

Una vez se obtenidos estos geodatos se procederá a digitalizarlos, también se realizarán encuestas a las personas aledañas a la quebrada para conocer datos como: actividad económica, centro de salud cercanos, sistema de acueducto, disposición final de sus residuos etc...

**3.4.2 Información secundaria.** La información técnica teórica se realizará por medio de una revisión bibliográfica exhaustiva para enriquecer las bases conceptuales de la investigación y para familiarizarse con el área de estudio y las problemáticas asociadas, así como revisión literaria de las entidades estatales y privadas existentes, para así tener una idea general sobre la situación actual de la

microcuenca además de ello se hará necesaria la implementación de fichas de caracterización como base fundamental para la elaboración del diagnóstico; formatos para la obtención de información en campo correspondiente a la identificación de los aspectos e impactos ambientales, fichas de tabulación en donde se encuentren registradas la importancia de los impactos, así como también la utilización de software, programas, herramientas virtuales, entre otros para el procesamiento de la información obtenida en campo, tales como; Quantum GIS, Google Earth (creación de archivos KML).

### **3.5 Análisis De La Información**

**3.5.1 Fase de campo.** La fase de campo comprenderá de tres etapas.

**3.5.1.1 Primera Etapa.** Está enfocada a identificar los impactos ambientales generados por los vertimientos de lixiviados durante el proceso extractivo del oro, determinando la cantidad aproximada de proyectos mineros cercanos y viviendas aledañas a la microcuenca

**3.5.1.2 Segunda Etapa.** consistente en un diagnóstico de la población mediante un sondeo que busca establecer el perfil socioeconómico, la caracterización de consumo de agua y el perfil epidemiológico. será aplicado de manera aleatoria a la población circundante a la zona de estudio. No se tendrá en cuenta variables específicas de edad, ocupación o sexo. El perfil epidemiológico y la caracterización socio-demográfica serán recolectadas en una ficha que identifica el sexo, la

edad, la ocupación, la escolaridad, el tiempo en el lugar, la presencia de servicios públicos, el tipo de abastecimiento de agua y su tratamiento, el padecimiento de enfermedades. Estos perfiles proporcionan una visión sobre la situación de una parte de la población e identifica algunos determinantes en su salud debido al contacto directo con aguas posiblemente contaminadas del municipio de Santa Rosa Sur de Bolívar.

**3.5.1.3 Tercera Etapa.** Se realizará la toma de muestras de agua para su posterior análisis, por lo cual se eligieron dos puntos de muestreo, la primera toma de muestras para identificar parámetros físico-químicos y microbiológicos se realizará por muestreo simple y de forma puntual. Esto con el fin de comprobar la existencia de contaminación en la fuente hídrica.

La recolección de las muestras de agua cruda para análisis físico-químico y microbiológico se realizará en la bocatoma de la quebrada el platanal

**Tabla 4** Coordenadas puntos de muestreo agua cruda

PUNTO DE MUESTRAS	COORDENADAS
BOCATOMA	7°58'37" N -74°4'10" W

**fuentes:** autor del proyecto

Para la segunda toma de muestra se ejecutará en una vivienda del municipio de santa rosa para verificar que el agua tratada cumpla con los límites permisibles establecidos en la normatividad colombiana

**Tabla 5** Coordenadas punto de muestreo agua potable

PUNTO DE MUESTRAS	COORDENADAS
CASA (agua tratada)	7°57'46" N, -74°3'1" W.

fuelle: autor del proyecto

Para evaluar e identificar la presencia de mercurio en la fuente se realizará la toma de muestras de forma puntual y muestreo integrado, los puntos de muestreo serán los siguientes:

1. Primer punto de muestreo, Bocatoma quebrada el Platanal

**Tabla 6** Muestra Para Análisis de Mercurio en la Quebrada.

PUNTO DE MUESTRAS	COORDENADAS
BOCATOMA	7°58'37" N -74°4'10" w

fuelle: autor

**3.5.2 Fase Evaluación De Impactos.** Para la evaluación de impactos ambientales como producto de las actividades minero extractivas materia de esta investigación, se ha considerado como metodología de impactos el análisis matricial de Vicente Conesa, modificándola y adaptándola al proyecto de estudio, permitiendo identificar y ponderar los impactos de las actividades generados por la minería en la fuente hídrica.

se elaborará una matriz causa-efecto en el cual se analizará, las interacciones entre los factores afectados, teniendo en cuenta la Guía Metodológica Para la Evaluación de Impactos Ambientales (Fernández-Vítora 2009).

la matriz elaborada para la identificación y evaluación de los principales impactos ambientales generados por la actividad extractiva del oro, se basarán en las descargas de efluentes líquidos generados por el proceso de extracción del mineral a la fuente hídrica, en

conclusión, para realizar la matriz basada en la metodología Conesa se tendrán en cuenta los siguientes valores a evaluar:

### **Signo**

El signo del impacto hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

### **Intensidad (i)**

Se refiere al grado de incidencia sobre el factor ambiental en el que actúa. El rango de valoración de la intensidad está comprendido entre 1 y 12, en donde 12 expresa una afectación total del factor ambiental y el 1 una afectación mínima

### **Extensión (EX)**

Se refiere al área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto) si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si por el contrario el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto; sino una influencia generalizada, el impacto será de (8), las situaciones intermedias, según su graduación se considera como impacto parcial (2) y extenso (4)

### **Momento (MO)**

Este alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado, por lo tanto cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el

momento será inmediato, y si es inferior a un año será de corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de (4), si el momento va de 1 a 5 años se considera mediano plazo (2) y finalmente si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años es largo plazo y su valor asignado es de (1).

### **Persistencia (PE)**

Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

### **Reversibilidad (RV)**

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el Proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio

### **Recuperabilidad (MC)**

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del Proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

### **Sinergia (SI)**

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.

### **Acumulación (AC)**

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

### **Efecto (EF)**

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

### **Periodicidad (PR)**

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

### **Importancia (I)**

La importancia se determina de acuerdo a la siguiente expresión:

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

### Modelo de Importancia de Impacto

<b>NATURALEZA</b>		<b>INTENSIDAD – I</b> (Grado de afectación)	
- Impacto beneficioso	+	- Baja	1
- Impacto perjudicial	-	- Media	2
		- Alta	4
		- Muy alta	8
		- Total	12
<b>EXTENSION – EX</b> (Area de influencia)		<b>MOMENTO (MO)</b> (Plazo de manifestación)	
- Puntual	1	- Largo plazo	1
- Parcial	2	- Medio plazo	2
- Extenso	4	- Inmediato	4
- Total	8	- Crítico	(+4)
- Crítica	(+4)		
<b>PERSISTENCIA - PE</b> (Permanencia del efecto)		<b>REVERSIBILIDAD (RV)</b> (Posibilidad de reconstrucción del factor ambiental)	
- Fugaz	1	- Corto plazo	1
- Temporal	2	- Medio plazo	2
- Permanente	4	- Irreversible	4
<b>SINERGIA – SI</b> (Reforzamiento de dos o más efectos)		<b>ACUMULACION – AC</b> (Incremento progresivo del efecto)	
- Sin sinergismo (simple)	1	- Simple	1
- Sinérgico	2	- Acumulativo	4
- Muy sinérgico	4		
<b>EFEECTO – EF</b> (Relación causa-efecto)		<b>PERIODICIDAD – PR</b> (Regularidad de la manifestación del efecto)	
- Indirecto (secundario)	1	- Irregular o no periódico y discontinuo	1
- Directo	4	- Periódico	2
		- Continuo	4
<b>RECUPERABILIDAD – MC</b> (Reconstrucción por medios humanos)		<b>IMPORTANCIA – I :</b>	
- Recuperable de manera inmediata	1	$I = \pm (3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$	
- Recuperable a medio plazo	2		
- Mitigable	4		
- Irrecuperable	8		

Figura 5 Modelo De Importancia Del Impacto

En función de este modelo, los valores extremos de la importancia pueden variar:

Valor I (13 y 100)	Calificación	Significado
< 25	BAJO	La afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del Proyecto en cuestión
25 ≥ < 50	MODERADO	La afectación del mismo, no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.
50 ≥ < 75	SEVERO	La afectación de este, exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado
≥ 75	CRITICO	La afectación del mismo, es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. NO hay posibilidad de recuperación alguna.

Figura 6 Calificación del valor de la Importancia

En definitiva, la matriz quedara conformada con las siguientes categorías:

Valor I Ponderado	Calificación	Categoría
< 2,5	BAJO	
2,5 ≥ < 5	MODERADO	
5 ≥ < 7,5	SEVERO	
≥ 7,5	CRITICO	
Los valores con signo + se consideran de impacto nulo		

Figura 7 Categorización Del Valor De La Importancia

Finalmente, en base a estos resultados, se detallarán los impactos potenciales directos e indirectos, que actúan fundamentalmente sobre los factores físicos y bióticos, activando los diversos procesos sobre el medio ambiente.

**3.5.3 Fase de Laboratorio.** Esta fase corresponde a los diferentes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos seleccionados a los cuales se le efectuarán un análisis en laboratorio de las muestras de aguas recolectadas en campo, a continuación, los parámetros que serán estudio de análisis

**Tabla 7** Parámetros seleccionados para análisis

**PÁRAMETROS SELECCIONADOS PARA ANÁLISIS**

<b>Fisicoquímicos</b>	<b>Microbiológicos</b>	<b>Metales pesados</b>	<b>Otros parámetros</b>
Potencia de hidrogeno(PH)	Coliformes Totales	Mercurio (Mg)	Nitritos
Conductividad		Plomo (Pb)	Nitratos
Solidos suspendidos totales (SST)		Cadmio	
Oxígeno Disuelto (OD)			
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)			
Demanda Química de Oxígeno (DQO)			

**fuentes:** autor del proyecto

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se llevarán a cabo en el laboratorio de aguas de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña (UFPSO), respecto a los parámetros de metales pesados se realizarán en la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) sede en la ciudad de Bucaramanga

**3.5.4 Fase de Interpretación de Datos.** Durante esta fase se analizarán todos los datos

recolectados tanto en campo como en laboratorio, con el propósito de generar la correlación entre los datos obtenidos de la matriz como los generados por el análisis de agua del área de estudio objeto de este proyecto.

## Capítulo 4. Administración Del Proyecto

### 4.1 Recursos Humanos

Para el desarrollo de este proyecto se cuenta con la constante colaboración de la directora del proyecto de grado en este caso la Msc. Ingeniera Rocio Andrea Miranda Sanguino, también con la ayuda del Ingeniero Juan Carlos Granadillo.

### 4.2 Recursos Institucionales

Universidad Francisco De Paula Santander Seccional Ocaña, Laboratorio de Aguas  
la empresa de Servicios Públicos De Aseo y Alcantarillado de Santa Rosa del Sur (AAA del Sur), Bolívar.

Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) seccional Bucaramanga, Laboratorio de aguas.

### 4.3 Recursos Financieros

Los recursos económicos referente a los costos de traslado para la realización del proyecto, hasta el área donde se realizará la investigación establecida en el respectivo documento técnico, costos de análisis de muestras en otra universidad y demás serán asumidos de manera individual y con recursos propios.

### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	MESES(SEMANAS)																							
	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO								
Recolección de datos de los componentes afectados																								



## Capítulo 5. Resultados

En el siguiente capítulo encontraremos de manera detallada los resultados de la ejecución de cada uno de los objetivos específicos propuestos, con el fin de dar respuesta a la formulación del problema planteada al inicio del presente proyecto.

La primera fase contempla el diagnóstico ambiental el cual se basa en la revisión y recopilación de la información existente relacionada con el medio físico, biótico y socioeconómico de la zona donde se desarrollada la investigación. Para establecer la situación o las condiciones ambientales actuales de la fuente hídrica se recurrió principalmente a información de tipo secundaria existente y disponible. Las principales fuentes de información consultadas fueron información bibliográfica sobre estudios puntuales realizados en el municipio o en el país y la normativa ambiental vigente en el país.

A esta le sigue la fase de trabajo de campo; en la cual se revisó in-situ las características propias del medio ambiente existente en los sectores aledaños al proyecto (físico, biótico y social). Se verificó en campo la información obtenida durante la primera fase, para de este modo establecer las características presentes en el punto de estudio de la quebrada el Platanal. En esta última fase, se analizó y procesó la información de manera sistematizada, obteniéndose un análisis detallado de las principales características del entorno (componente físico, biótico y socio-económico).

## 5.1 localización

El municipio de Santa Rosa del Sur cuenta con una extensión de SANTA ROSA DEL SUR, es de 2800 Km, con una altura sobre el nivel del mar de 650 mts, con una temperatura media entre los 26° a 35 ° C. (Alcaldía Municipal De Santa Rosa Del Sur Bolívar, 2014)

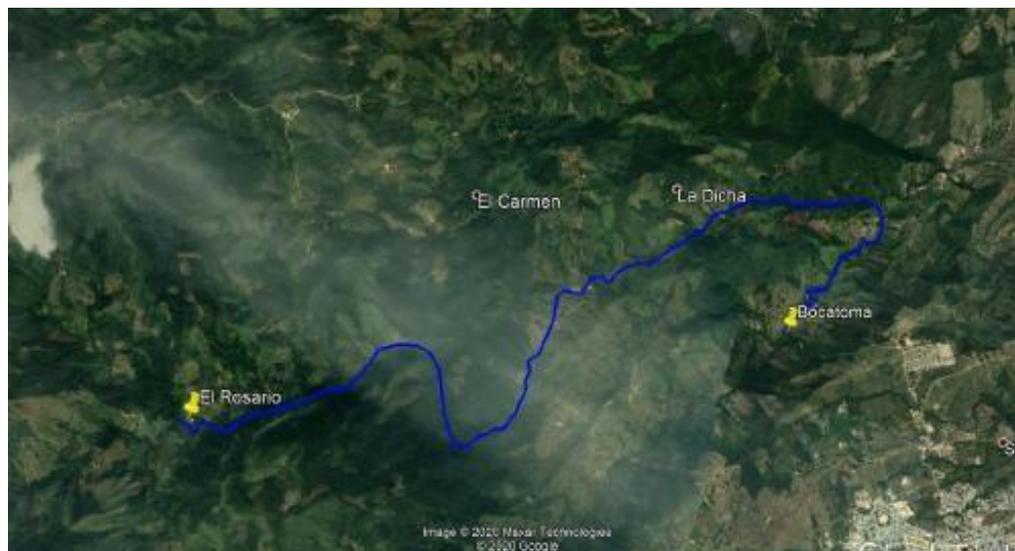
En la actualidad cuenta con una población aproximada de 46.017 Habitantes de acuerdo con las proyecciones del DANE, distribuidos en la Cabecera Municipal por quince (15) Barrios: El Centro, El Minero, Los Comuneros, San Isidro, La Floresta, El Carmen, La Cabaña, La Feria, Idema, Las Acacias, San Martín, Miraflores, Betania, Las Mercedes, Villa Olímpica. Cuenta con organizaciones de vivienda comunitaria como: el Lago, El Bosque, El Prado, El recreo, Las Villas, Los Pinos, Mineros, Ciudad Jardín, El Porvenir, Villa del sol, Ciudad Bolívar, Villa real del corregimiento de Villaflo, El Oasis del Corregimiento de Los Canelos, en el sector rural existen trece (13) corregimientos y 101 veredas, distribuidos de la siguiente manera; Cabecera Municipal (20 veredas), Corregimientos: Los Canelos (22 veredas), arrayanes (2 Veredas), San Pedro Frio (8 veredas), Villaflo (10 veredas), Buenavista (10 Veredas), San francisco ( 3 Veredas), Fátima (7 veredas), San José (3 Veredas), San Isidro (5 veredas), Santa Isabel (2 veredas), San Lucas (3 Veredas), San Juan de Rio Grande (6 Veredas) y La Marisoza(11 Veredas) (Alcaldía Municipal De Santa Rosa Del Sur Bolívar, 2014)

Las zonas de estudio seleccionados para el desarrollo del proyecto se encuentran definidas en la siguiente tabla que permite conocer el punto exacto de la toma de muestras en la fuente hídrica.

**Tabla 8** puntos de monitoreo referenciados sobre la quebrada el Platanal

Punto	Georreferenciación		Metros sobre el nivel del mar
	Norte	Oeste	(msnm)
Quebrada el platanal Bocatoma	7°58'39.19"	74°4'10.76"	398
Quebrada el platanal el Rosario	7°57'22.29"	74°7'8.32"	675

Fuente: autor del proyecto



**Figura 8** ruta con la ubicación de los puntos: el Rosario y Bocatoma sobre la quebrada el platanal

**Fuente:** laboratorio de estudios ambientales, Universidad Pontificia Bolivariana

## 5.2 Diagnóstico de las condiciones ambientales.

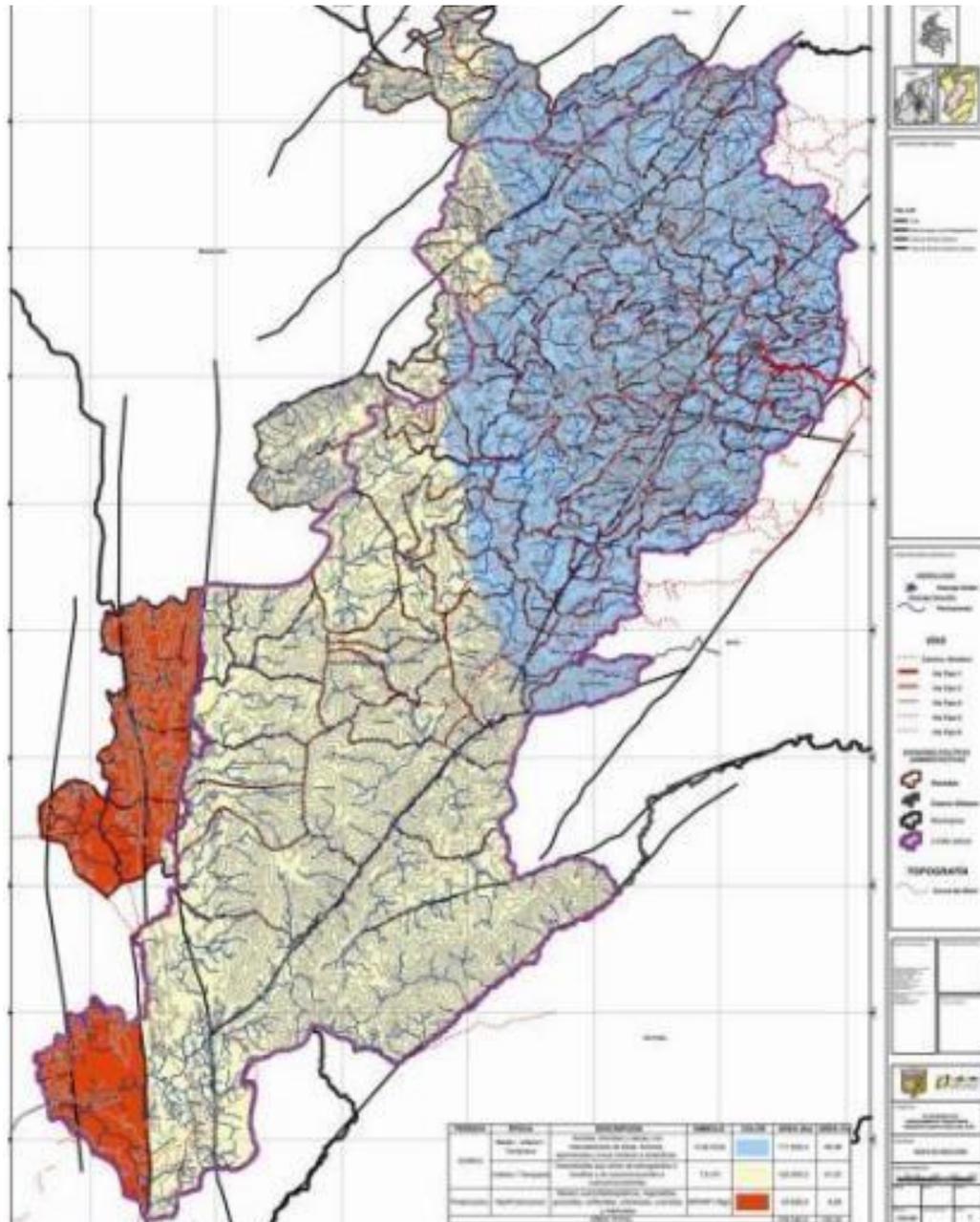
El municipio de santa rosa ha adquirido en el transcurso del tiempo ciertos predios para la protección forestal y regulación hídrica de las cuencas del municipio, debido a su importancia dentro de la regulación del ciclo ecológico (ROMERO, 2019)

**5.2.1 Geología.** En términos geológicos, la serranía de san Lucas contiene rocas de origen ígneo con intrusiones de rocas metamórficas generando depósitos ricos en oro

Aunque los orígenes de este macizo aún no son precisos y su información geológica, geofísica y geoquímica es escasa (según Fundación Colibrí, S.F), se ha señalado que éste

cuenta con propiedades topográficas únicas, que llevaron a algunos geólogos a proponer la hipótesis de que la Serranía genera un tipo de enlace entre la Sierra nevada de Santa Marta y la cordillera central (según Hilty & Brown, 1986). Como se citó en (HERNÁNDEZ M. C., 2014)

Las fallas presentes en la serranía de San Lucas tienen como determinante común dos direcciones definidas: N - S y NE – SW, que delimitan tres cuerpos estructurales definidos: el cuerpo oriental donde las fallas separan los Flujos volcánicos riolíticos a riolodásíticos del Jurásico superior de las calizas sedimentarias del cretáceo inferior sin mayor control de la red de drenaje. ; un cuerpo central que parte del límite este, anterior, hasta la falla de Palestina al oeste de la serranía. En este cuerpo se evidencia el control geológico del sistema de fallas NE – SW a la red de drenaje (Ej.: la quebrada la honda corre por la falla del mismo nombre), conformando lo que en geomorfología se denomina cauces tiónicos. (Energia, 2019)

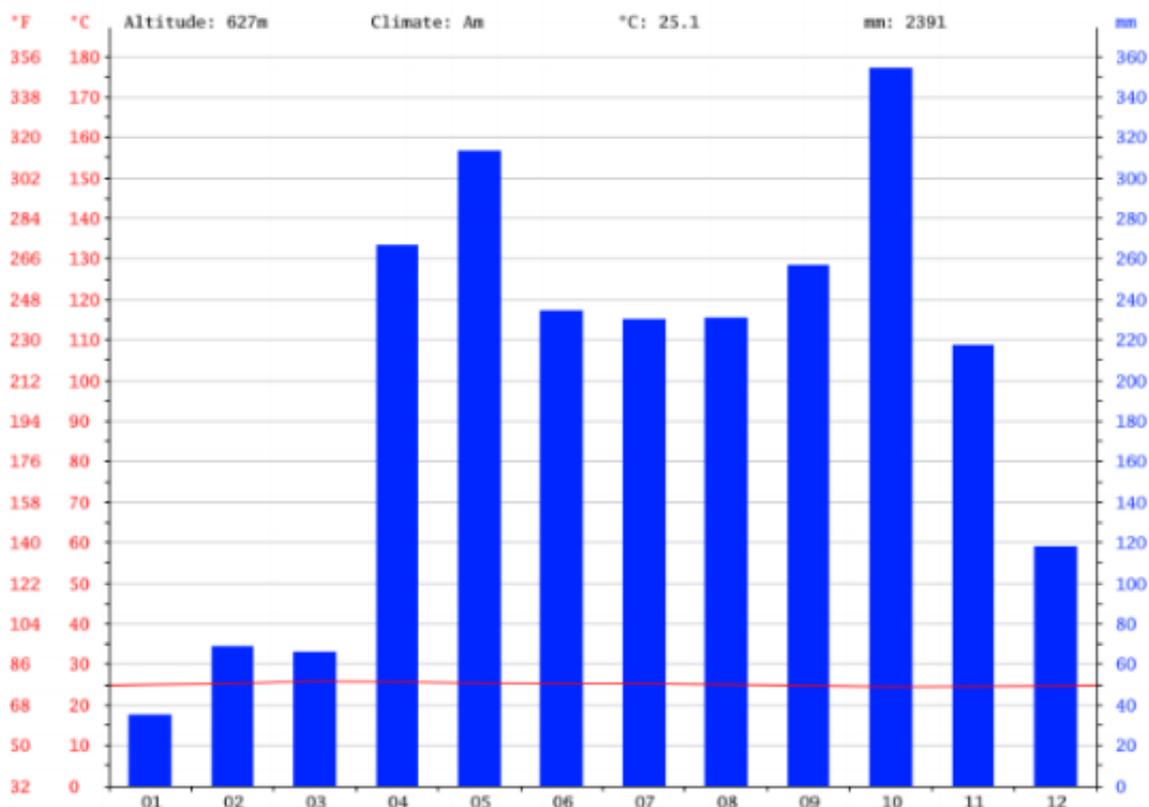


**Figura 9** Mapa Geológico de Santa Rosa Del Sur de Bolívar

**Fuente:** consolidación del PBOT del municipio de Santa Rosa Del Sur, Bolívar.

5.2.3 **Clima y precipitación.** Un área importante del Municipio se encuentra en la franja entre los 0 y los 1.200 msnm, presentando un clima cálido húmedo, con temperatura promedio de 24°C y precipitación promedio anual de 1815 mm con un comportamiento monomodal, siendo el periodo de mayor precipitación el comprendido entre Febrero –Abril y los de menos de Diciembre a Enero como se cito en (CSB, 2013) la mayoría de los meses del año en Santa Rosa del Sur hay precipitaciones importantes. La temperatura media anual es 25.1 ° C en Santa Rosa del Sur. La precipitación media aproximada es de 2391 mm. (CLIMATE-DATA.ORG, 2020)

**Figura 10** climograma Santa Rosa Del Sur, Bolívar



**Fuente:** climate-data.org

5.2.4 **Flora.** La vegetación predominante corresponde al tipo bosque húmedo tropical de los pisos altitudinales montano y premontano, con una cobertura vegetal muy densa y variada. (CSB, 2013)

Hernández-Camacho et al. (1997), se refiere a la serranía de San Lucas como “una de las zonas altas de Colombia más interesantes y virtualmente inexplorada, con la mayoría de la serranía actualmente cubierta por bosque de niebla húmedo”. Menciona que esta zona es de enorme interés y su biota es desconocida y seguramente su conocimiento dará muchas sorpresas. Además, el sur del alto Tamá, la parte más alta de la serranía es tan solo 800 metros más bajo que la cordillera occidental. Es posible estimar que la zona soporta un alto nivel de endemismo biológico, probablemente con afinidades cercanas a la Cordillera de los Andes, pero no hay conocimiento para sugerir sus raíces biológicas. Así mismo, la riqueza biológica de los bosques remanentes en la serranía de San Lucas, los únicos bosques andinos de su tamaño en el norte de América del Sur, ha sido exaltada también por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y por organizaciones internacionales como el Fondo Mundial para la Vida Silvestre. En la parte media y alta de la Serranía de San Lucas se encuentra el bosque más extenso del departamento, el cual se ha conservado relativamente debido a las condiciones difíciles de acceso. En la parte baja se la Serranía y hacia el norte y centro el proceso de colonización ha desplazado casi en su totalidad el bosque nativo dando paso a cultivos, pastos para ganadería, y vías en su mayor parte, quedando como especies residuales aquellas resistentes (Cobaleda, 2006)

**5.2.5 Unidades de vegetación y uso actual del suelo.** El suelo del área de influencia directa a la zona de investigación presenta como unidades de vegetación bosques de galería, rastrojos bajos y altos, gramíneas y algunas malezas. En el áreas de influencia indirecta las formaciones vegetales son bosques altos donde predomina la forma de vida arbórea y el tamaño de los arboles es mayor a 25 metros, bosques medios donde los arboles tiene una altura entre 10 y 25 m, bosques bajos donde los arboles tienen una altura menor de 10 m (Duraiappah, 1998)

El bosque natural primario solo existe en las zonas altas ya que se ha desaparecido casi en su totalidad por la acción de los pobladores de convertir áreas boscosas en áreas para cultivo o pastos y el aprovechamiento forestal. Los bosques secundarios son muy reducidos ya que han también sido degradados; estos están constituidos por arboles muy jóvenes asociados con hierbas y arbustos, que brindan una adecuada protección al suelo y poseen un efecto regulador de las aguas.

El área de estudio se caracteriza por tener un alto grado de intervención de sus recursos naturales, evidenciado principalmente en la cobertura vegetal, en donde grandes masas boscosas han desaparecido producto de la adecuación de tierras para la actividad pecuaria, ganadera y la explotación de minera ilegal.

**Tabla 9** Especies vegetales del área de estudio

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
<b>Almendrillo</b>	<i>Andira taurotesticulata</i> R.T. <i>Penn</i>	Fabaceae
<b>Matico, hierba del soldado, achotlín o cordoncillo</b>	<i>Piper aduncum</i>	Piperácea
<b>Platanillo</b>	<i>Heliconia bihai</i>	Cannaceae
<b>Caracolí</b>	<i>Anacardium excelsum</i>	Anacardiaceae
<b>Guama, guamo</b>	<i>Inga spuria</i>	Fabaceae
<b>Algarrobo</b>	<i>Ceratonia siliqua</i>	Fabáceas
<b>Arrayan</b>	<i>Luma apiculata</i>	Mirtáceas
<b>Yarumo negro</b>	<i>Cecropia angustifolia</i>	Urticaceae
<b>Bambú</b>	<i>Guadua angustifolia</i>	Bambusoideae
<b>helecho macho</b>	<i>Cyathea sp</i>	Dennstaedtiaceae
<b>Dormidera</b>	<i>Mimosa pigra</i>	Fabaceae

**Fuente:** autor del proyecto

**5.2.6 Fauna.** Los cuatro grupos de vertebrados terrestres (mamíferos, aves, reptiles y anfibios) se incluyen dentro del registro, ya que son los más representativos y sobre los cuales los impactos ambientales pueden verse reflejados. Estos grupos son excelentes indicadores biológicos del estado de los ecosistemas y de los índices de biodiversidad de una región específica. (Toro, 2009)

La riqueza y variedad de animales ha disminuido desde décadas pasadas, debido a la acción del hombre que ha ejercido actividades tradicionales como la caza, quema y tala de vegetación natural para la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, lo que está ocasionando la intervención y cambio del hábitat natural de las especies endémicas de la región, que es ven desplazadas a sitios inaccesibles, por lo cual muchas especies se encuentran en vía de extinción. (ROMERO, 2019)

**5.2.6.1 Anfibios y reptiles.** En la zona de estudio se pueden observar y encontrar cierta variedad de estos animales dentro de ellos los más comunes se representan en la siguiente tabla

Tabla 10 Especies de anfibios y reptiles

<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>
<b>Culebra Coral</b>	<i>Microsos psyches</i>
<b>Culebra bejuca</b>	<i>Gen oxalis</i>
<b>Culebra cazadora</b>	<i>Masgodrias bifossatus</i>
<b>Lagartija</b>	<i>Anolis sp</i>
<b>Iguana</b>	<i>Iguana iguana</i>

<b>Sapo común</b>	<i>Bufo marinus</i>
<b>Rana verde</b>	<i>Pseudis paradoxa</i>

**Fuente:** autor del proyecto

**5.2.6.2 Aves.** Las aves constituyen uno de los grupos más abundantes y que se pueden observar con facilidad. Una de las principales funciones de las aves y específicamente de las que se alimentan de frutos, es la dispersión de semillas que hace posible la regeneración natural.

**Tabla 11** Especies de aves

<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>
<b>Azulejo</b>	<i>Thraupis palmarie</i>
<b>Colibrí</b>	<i>Florisuga mellivora</i>
<b>Carpintero</b>	<i>Melanerpes rubricapillus</i>
<b>Cucaracheros</b>	<i>Troglodytes aedon</i>
<b>Mirla negra</b>	<i>Leptotila verreauxi</i>
<b>Rabi blanca</b>	<i>Leptotila verreauxi</i>
<b>Toches</b>	<i>Chrysomus icterocephalus</i>
<b>Tortolita Común</b>	<i>Columbina talpacoti</i>

**Fuente:** autor del proyecto

**5.2.6.3 mamíferos.** Constituyen el grupo más variado en tamaño, hábitos alimenticios, reproducción, entre otros factores.

**Tabla 12** mamíferos de la zona de estudio

<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>
<b>Lapa o guartinaja</b>	<i>Agouti paca</i>
<b>Ñeque</b>	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>
<b>Armadillo</b>	<i>Dasyprocta novencinctus</i>
<b>Zorro fara</b>	<i>Didelphys marsupilaes</i>
<b>Ardilla</b>	<i>Sciurus granatansis</i>
<b>Tigrillo</b>	<i>Leopardus tigrinus</i>

**Fuente:** autor del proyecto

**5.2.7 sociedad y economía.** Estos datos fueron recolectados mediante entrevista a los habitantes de la zona, realizando un recorrido desde el punto 1 hasta el punto 2 de la toma de muestras de agua, se calcula un promedio existente de (10) familias y una totalidad de 125 habitantes.

**Tabla 13** habitantes cercanos a la rivera de la quebrada el platanal

NO HABITANTE X CASA	HOMBRES	MUJERES	NIÑOS
10	5	3	2
15	4	8	4
9	5	3	1
21	12	8	0
4	1	2	1
20	13	5	2
16	8	4	4
10	4	6	0
14	7	3	4
6	2	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>125</b>	<b>61</b>	<b>44</b>

**Fuente:** autor del proyecto



**Figura 11** Población por género  
**Fuente:** autor del proyecto

**5.2.8 Salud.** Los habitantes del trayecto 1 al 2 no cuentan con puesto de salud o centro médico para la atención de sus enfermedades o patologías por lo que deben ser valorados en el puesto de salud en el casco urbano del municipio de Santa Rosa Del Sur

**5.2.9 Acueducto y alcantarillado.** El poblador de esta zona no cuenta con un sistema de acueducto, cada vivienda tiene su captación desde diferentes nacimientos de agua; su uso se realiza sin ningún tipo de tratamiento. En cuanto a sistema de alcantarillado tampoco se cuenta con este servicio. Cada vivienda arroja los desechos a la montaña.

### 5.3 Identificación y evaluación de los impactos ambientales

En esta etapa se lleva a cabo una valoración cualitativa de cada una de las acciones que han sido causa de impacto y a su vez de los factores que han sido impactados.

$$I = \pm (3 \text{ Importancia} + 2 \text{ Extensión} + \text{Momento} + \text{Persistencia} + \text{Reversibilidad} + \text{Sinergismo} + \text{Acumulación} + \text{Efecto} + \text{Periodicidad} + \text{Recuperabilidad})$$

A continuación, se establecen los rangos, para estipular los valores de importancia en donde se ubica el impacto

Rangos de jerarquización de la importancia del efecto

Valor I Ponderado	Calificación	Categoría
< 2,5	BAJO	
2,5 ≥ < 5	MODERADO	
5 ≥ < 7,5	SEVERO	
≥ 7,5	CRITICO	
Los valores con signo + se consideran de impacto nulo		

ELEMENTO	Impacto	Criterios												
		Naturaleza (N)	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (S)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	Importancia (I)	Interpretación
AIRE	Deterioro de la calidad del aire	(-)	1	1	1	4	2	1	4	4	2	4	27	Moderado
	Incremento de los niveles de Ruido	(-)	1	2	4	2	1	1	1	1	1	1	19	Irrelevante
	Deterioro de la calidad del aire por la presencia de Olores ofensivos	(-)	1	2	2	2	2	2	2	1	4	4	2	26
SUELO	Aceleración de Procesos Erosivos	(-)	1	2	1	2	4	2	1	1	4	8	30	Moderado
	Cambios en el uso del suelo	(-)	4	4	2	4	2	4	4	4	4	4	48	Moderado
	Disminución en los niveles freáticos	(-)	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	28	Moderado
	contaminación al suelo	(-)	4	1	1	4	4	1	1	4	4	4	37	Moderado
	Desestabilización o desprendimiento de Taludes	(-)	2	1	1	4	2	2	4	4	2	4	31	Moderado

AGUA	Aumento en la Contaminación por lixiviados	(-)	8	4	4	4	4	2	4	4	4	4	62	Severo
	alteración de la composición físico-química	(-)	4	4	4	4	2	2	4	4	2	4	46	moderado
	degradación de los cauces	(-)	4	4	4	4	2	2	4	4	2	2	44	Moderado
	disminución de caudal	(-)	8	4	4	4	4	2	4	4	4	4	62	Severo
	cambio de uso del recurso	(-)	4	4	4	4	2	2	4	4	2	4	46	moderado
	Deterioro de la calidad del agua	(-)	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	50	Severo
	Aumento de sedimentos	(-)	2	1	1	4	2	2	4	1	4	4	30	Moderado
FLORA	Pérdida de cobertura vegetal	(-)	4	4	4	2	2	1	1	4	1	4	39	Moderado
	Deterioro en la composición y estructura florística	(-)	8	2	4	2	1	1	1	1	4	8	50	Severo
	Pérdida de áreas especiales	(-)	2	1	4	4	1	1	1	4	4	4	27	Moderado
FAUNA	desplazamiento de la fauna presente por la presencia de tóxicos en la fuente hídrica	(-)	4	4	4	4	4	2	4	1	4	4	46	Moderado
	muerte por contaminación	(-)	4	4	4	4	4	2	4	4	4	8	50	Moderado
	acumulación de metales pesados en la fauna presente	(-)	4	2	2	4	2	2	4	4	2	8	40	moderado

SOCIAL	afectación a la salud	(-)	2	4	2	2	4	4	4	4	2	2	34	Moderado
	Aumento del Desplazamiento de la población	(-)	1	2	1	1	2	1	1	4	1	4	18	irrelevante
DEMOGRÁFICO	cambios en la actividad económica	(-)	1	2	2	2	4	2	4	4	2	2	25	Moderado
	Incremento de condiciones de morbilidad, mortalidad y desnutrición	(-)	2	2	2	2	4	4	4	4	2	2	30	moderado

### 5.3.1 Interpretación de la matriz CONESA

#### Análisis de resultados por componente ambiental

**5.3.1.1 Aire.** Para este componente se calificó el impacto como moderadamente significativo, debido a la operación o actividades de extracción por motor, molienda y fundición del oro, por ello se evaporan ciertos químicos al ambiente, se determina su clase de forma negativa (-) por la evaporación de sustancias directas al ambiente y la deforestación para el montaje ilegal de los cambuches improvisados, pues el impacto se evidencia por el aumento a la exposición de los rayos del sol por la ausencia de especies arbóreas, además de pequeños incrementos de temperatura.

**5.3.1.2 Suelo.** Para este componente se calificó el impacto como moderadamente significativo, siendo su clase negativa (-) deteriorando las condiciones necesarias para el sostenimiento de la microcuenca quebrada el Platanal, su presencia probable, mediante la identificación y evaluación de impactos se evidencian los principales impactos ambientales que generan la minería ilegal en el componente suelo (5) impactos generados sobre sí, con la ampliación de la frontera ganadera lo que conlleva a la deforestación de hectáreas de bosque nativo de la región. La pérdida de la cobertura vegetal contribuye al deterioro de las propiedades del suelo y cambios en su uso actual activando los procesos erosivos, la desestabilización de taludes, afectando al paisaje natural de la región, además como consecuencia de esto, la pérdida de biodiversidad de fauna y flora nativa de la zona

**5.3.1.3 Agua.** La alteración al ciclo hidrológico generado por la extracción y vertimientos de químicos al recurso hídrico contribuye a la disminución o pérdida de los nacimientos de agua lo cuales son importantes para habitantes que captan sus aguas para las labores de cocina y aseo de sus hogares.

Las prácticas minero-culturales utilizadas por los habitantes de la zona para la extracción y explotación de ciertos minerales que conllevan a la utilización de productos químicos como el mercurio y el cianuro que enferman el ambiente expuesto a estas sustancias, la contaminación de agua superficial o subterránea y el desequilibrio ecológico generado por la contaminación de los envases de dichos productos. El componente agua se deteriora en su calidad y cantidad con siete (7) impactos ambientales generados por la extracción y explotación de los minerales presentes.

Los principales impactos ambientales generados por la extracción de manera ilegal generando impactos severos son:

Aumento en la contaminación por lixiviados: generados durante el proceso de molienda ya que se requiere cierta cantidad de agua la cual es mezclada con mercurio y posteriormente vertida directamente a la quebrada sin ningún proceso de tratamiento previo, lo que contribuye a la contaminación del agua.

Disminución del caudal: debido a la captación de manera ilegal para el proceso de explotación, sea por minería de aluvión en la cual se utiliza un motor que capta el agua y ejerce presión con esta para hacer un barrido de la zona, minería de beta, el agua es utilizada para el proceso de molienda y la minería por dragado, esta afecta directamente el lecho del río generando pérdida por infiltración de la fuente superficial.

**5.3.1.4 Flora.** En este componente el impacto severo generado por la presencia de metales pesados en la fuente es encausada principalmente al deterioro en la composición y estructura florística, también se puede resaltar la pérdida de la cobertura vegetal causada por la remoción de suelo y la tala indiscriminada para en muchos casos la minería a cielo abierto

**5.3.1.5 Fauna.** Para este componente se calificó el impacto como moderadamente significativo, debido a las alteraciones de los procesos migratorios, la bioacumulación en la fauna presente y en el peor de los casos la muerte. La explotación ilegal de minerales que ha generado una cantidad de disturbios e impactos al medio a su alrededor generando de esta manera graves consecuencias ambientales

**5.3.1.6 Social.** El componente social se ve afectado principalmente en el tema de salud, debido a la falta o ausencia de los puestos de salud en la vereda más cercana, hasta el momento las enfermedades por intoxicación o ingesta indirecta de mercurio son mínimos.

**5.3.1.7 Demográfico.** La demografía presente es moderadamente indiferente, la minería de manera ilegal implica labor forzada, donde inclusive participan menores de edad, para lo cual se emplea el sistema de enganche, es decir, se recluta a la gente con adelantos que debido a diferentes formas de endeudamiento nunca terminan de cancelarlas, además debido a las precarias condiciones de trabajo las cuales son peligrosas para la salud y la integridad física por la propensa acumulación de mercurio en el cuerpo de los trabajadores.

#### **5.4 Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicas**

Las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas que se aplicaron en la fuente hídrica presentes en la quebrada el Platanal, ubicado en Santa Rosa Del Sur, Bolívar. fueron los sólidos suspendidos totales (SST), la de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), debido a que estas establecen los principales parámetros para una evaluación fisicoquímica, PH, nitritos, nitratos, temperatura y oxígeno disuelto (OD). El propósito es dar a conocer cuál es la calidad de agua que consume la una parte de la población y de igual forma; para esto se efectuaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos que permitirán conocer el grado de cumplimiento de los parámetros que establece la legislación colombiana encargada de regular el tema en dicha materia. Los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, tanto para evaluar la calidad de la fuente presente. Además de que no se contó con el recurso tecnológico del laboratorio para el análisis de algunos parámetros como son metales pesados. Donde se llevaron a la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) para ser analizados debido a la falta de equipos necesarios para el análisis de estos en el laboratorio de la universidad francisco de paula Santander de Ocaña.

**5.4.1 resultado del análisis fisicoquímicos y microbiológicos en la quebrada el platanal.** Se lleva a cabo una comparación de los parámetros analizado en el laboratorio con la resolución 0631 del 2015 para mirar si estos parámetros cumplen o no cumple con la normatividad.

**Tabla 14** identificación de la muestras fisicoquímicas y microbiológicas

<b>Tipo de muestra</b>	<b>Puntual</b>	<b>Puntual</b>
<b>Identificación de la muestra</b>	Punto 1 (casa)	Punto 2 (quebrada el platanal- Bocatoma)
<b>Matriz de la muestra</b>	Agua potable	Agua cruda
<b>Muestreo realizado por</b>	Natalia Toro Marín	Natalia Toro Marín
<b>Hora de muestreo</b>	11:42 am	11:42 am
<b>Fecha</b>	24 noviembre 2019	24 noviembre 2019

**Fuente:** autor del proyecto

**Nota:** identificación de las muestras realizadas donde se tiene datos específicos de lugar muestreado

**Tabla 15** resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos realizados en la UFPSO.

PARÁMETRO	VALOR DEL PUNTO 1	VALOR DEL PUNTO 2 (bocatoma)	UNIDAD
Potencial de hidrogeno (PH)	7,19	7,67	PH
Solidos suspendidos totales (SST)	7	13	mg/l
Nitratos	4,84	8,36	mg/l
Nitritos	0,0165	0,0297	mg/l
Oxígeno disuelto (OD)	7,20	7,36	mg/l O <sup>2</sup>
Temperatura	20	21	°C
DBO (5)	02	01	mg/l O <sup>2</sup>
DQO	21	16	mg/l O <sup>2</sup>
<i>Escherichia Coli</i>		105	UFC/100ml
Coliformes totales		248	UFC/100ml

**Fuente:** autor del proyecto

**Nota:** la anterior tabla muestra los resultados fisicoquímicos y microbiológicos realizados por el laboratorio de la universidad Francisco de paula Santander, para el punto 1 debido a ser agua potable y revisar los documentos brindados por AAA Sur no se hizo necesario hacer estos análisis microbiológicos de *Escherichia Coli* y Coliformes totales.

**Tabla 16** resultados del PH en los puntos de la quebrada el platanal

<b>PUNTO</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor aceptable por el ministerio de protección social resolución 0631 de 2015</b>
1	PH	7,19	6.0-9.0
2		7,67	

**Fuente:** autor del proyecto

La tabla 16 se puede observar que los valores de PH se encuentran entre 7,19 en el punto 1 y 7,67 en el punto 2 lo cual quiere decir que es un PH básico, óptimo para los procesos biológicos que se puede llevar a cabo por los organismos acuáticos presentes en el recurso hídrico analizado. Además, los rangos de PH se encuentran entre los establecidos por la resolución 0631 del 2015.

**Tabla 17** resultado del DBO 5 en la quebrada el platanal

<b>PUNTO</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor aceptable por el ministerio de protección resolución 0631 de 2015</b>
1	DBO <sub>5</sub>	02 mg/L	90 mg/L
2		01 mg/L	

**Fuente:** autor del proyecto

Según la tabla 17 se puede observar que los resultados de DBO<sub>5</sub> se encuentran en el punto 1 es de 02 mg/L y el punto 2 es de 01 mg/L lo que quiere que los resultados en cada uno de los puntos de muestreo correspondientes se encuentran en los establecidos en la resolución 0631 del 2015 donde se establecen los parámetros y valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales, lo cual nos indica que la concentración de DBO<sub>5</sub> en el recurso hídrico se debe a los

vertimientos que se genera en la quebrada el platanal; donde el resultado del análisis realizado es menor a 0,3 lo cual lo hace poco biodegradable.

**Tabla 18** resultados del DQO en la quebrada el platanal

<b>PUNTO</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor aceptable por el ministerio de protección resolución 0631 de 2015</b>
1	DQO	21 mg/L	180 mg/L
2		16 mg/L	

**Fuente:** autor del proyecto

Se puede observar en la tabla 18 que la demanda química de oxígeno en el punto uno es de 21 mg/L y el punto dos está de 16 mg/L en el cual nos permite conocer que dicha concentración está dentro del rango bajo establecido de la norma 0631 del 2015 dando que la demanda química oxígeno tiene poca cantidad de oxígeno para oxidar la materia orgánica en la muestra de agua cruda.

**Tabla 19** resultados de los análisis de SST

<b>PUNTO</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor aceptable por el ministerio de protección resolución 0631 de 2015</b>
1	SST	7 mg/L	50 mg/L
2		13 mg/L	

**Fuente:** autor del proyecto

Según la tabla 19 se puede observar que los resultados de SST se encuentra en el punto 1 es de 7 mg/L y el punto 2 es de 13 mg/L lo que quiere que los resultados en cada uno de los

puntos de muestreo correspondientes se encuentra en los establecidos en la resolución 0631 del 2015 donde se establece los parámetros y valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales, lo cual nos indica que los Sólidos suspendidos totales se encuentran dentro del límite permisible de acuerdo con lo establecido en la resolución.

**Tabla 20** resultados de OD

<b>PUNTO</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>
1	OD	7,20 mg/L O <sup>2</sup>
2		7,36 mg/L O <sup>2</sup>

**Fuente:** autor del proyecto

en la tabla 20 se puede observar que los resultados obtenidos del oxígeno disuelto en el punto 1 es de 7,20 mg/L O<sup>2</sup> y el punto 2 se obtuvo un resultado de 7,36 mg/L O<sup>2</sup> para el agua cruda.

**Tabla 21** resultado de Nitritos en la quebrada el platanal

<b>PUNTO</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>
1	Nitritos	0,0297 mg/L
2		0,0165 mg/L

**Fuente:** autor del proyecto

en la tabla 21 se puede observar que los resultados obtenidos de Nitritos en el punto 1 es de 0,0297 mg/L para agua potable y el punto 2 se obtuvo un resultado de 0,0165 mg/L para el agua cruda.

**Tabla 22** resultado de Nitratos quebrada el platanal

<b>PUNTO</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>
1	Nitratos	4,84 mg/L
2		8,36 mg/L

**Fuente:** autor del proyecto

en la tabla 22 se puede observar que los resultados obtenidos de Nitratos en el punto 1 es de 4,84 mg/L para agua potable y el punto 2 se obtuvo un resultado de 8,36 mg/L para el agua cruda.

**Tabla 23** resultado de Escherichia Coli de la quebrada el platanal

<b>PUNTO</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>
2	Escherichia Coli	105 UFC/100 mL

**Fuente:** autor del proyecto

en la tabla 23 se puede observar que los resultados obtenidos de Escherichia Coli en el punto 2 se obtuvo un resultado de 105 UFC/100 mL para el agua cruda, haciendo aceptable el valor del análisis realizado.

**Tabla 24** resultado Coliformes totales quebrada el platanal

<b>PUNTO</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>
2	Coliformes totales	248 UFC/100 mL

**Fuente:** autor del proyecto

en la tabla 24 se puede observar que los resultados obtenidos de Coliformes totales en el punto 2 se obtuvo un resultado de 248 UFC/100 mL para el agua cruda, haciendo aceptable el valor del análisis realizado.

## 5.4.2 Resultados análisis de mercurio, cadmio y plomo realizado en la Universidad

**Pontificia Bolivariana (UPB).** A continuación, se muestran los resultados obtenidos por

parte de la UPB en cuanto al análisis de muestras realizadas a metales pesados como:

mercurio, plomo y cadmio. Los puntos de muestras referenciados son:

**Tabla 25** localización georreferenciada de los puntos de muestra para el análisis de metales pesados.

Punto	Georreferenciación		Metros sobre el nivel del mar (msnm)
	Norte	Oeste	
Quebrada el platanal Bocatoma	7°58'39.19"	74°4'10.76"	398
Quebrada el platanal el Rosario	7°57'22.29"	74°7'8.32"	675

**Fuente:** autor del proyecto.

**5.4.2.1 Monitoreo y aspectos técnicos.** El monitoreo fue realizado los días 7 y 8 de marzo del año en curso.

Como evidencia de los datos tomados en campo, se presenta en la siguiente imagen, el formato con

logos y el personal responsable de la toma de muestra.



VARIABLE	UNIDADES	RESULTADO	LCM	FECHA DE ANALISIS	MÉTODO
Cadmio*	mg Cd/L	<0,01	0,01	2020-03-29	SM 3030 E, SM 3111 B
Mercurio*	mg Hg/L	<0,0010	0,0010	2020-03-31	SM 3112 B
Plomo*	mg Pb/L	<0,1	0,1	2020-03-28	SM 3030 E, SM 3111 B

LCM: Límite de cuantificación del método

\*Parámetros Subcontratados con laboratorio acreditado.

**Figura 14** resultado de la muestra tramo el rosario (código 17-020)

**Fuente:** ((UPB), 2020)

Los resultados de Cadmio, Plomo y Mercurio se compararon con el decreto 3930 de 2010, para los usos en donde se encuentran contemplados estos tres metales. En la siguiente ilustración aparece el cuadro con cada tipo de uso y el nivel de cumplimiento de la normatividad.

Además de esto se tiene en cuenta el decreto 1594 de 1984 y el decreto 1541 de 1978 por medio de los cuales se establecen los parámetros para cada tipo de uso que se le pueda dar al recurso hídrico teniendo en cuenta la concentración determinada para cada metal.

CUMPLIMIENTO DE LA CALIDAD DEL RECURSO DECRETO 3930 DE 2010			
Tipo de uso	Plomo (mg/l Pb )	Cadmio (mg/l Cd)	Mercurio (mg/l Hg)
Tratamiento convencional para potabilización	*1	*1	Cumple
Tratamiento con desinfección para potabilizar	*1	*1	Cumple
Uso agrícola	Cumple	*1	*2
Uso pecuario	*1	Cumple	Cumple

**Figura 15** Comparación de los resultados de laboratorio con los requisitos de calidad contemplado en el Decreto 3930 de 2010.

**Fuente:** ((UPB), 2020)

\*1 Se debe hacer seguimiento teniendo como base que el Límite de cuantificación del método utilizado por el laboratorio, debe ser menor al del Decreto 3930 de 2010.

\*2 El parámetro no se contempla para el uso agrícola.

Los resultados reflejan en algunos casos, que el límite de cuantificación (LCM) de los métodos, coincidían con el límite exigido por el decreto. Para el caso del mercurio, la concentración reportada está acorde con los requisitos exigidos para su uso pecuario. Cabe resaltar que, si el destino del recurso es potabilización por medio de un tratamiento convencional o por desinfección, se debe analizar mayor número de variables, ya que está involucrado con la salud pública ((UPB), 2020)

La concentración reportada para los metales de interés Cadmio, Plomo y Mercurio, se encuentra dentro de los límites exigidos por el decreto 1594 de 1984 el cual establece que estos parámetros deben estar por debajo de los siguientes rangos mostrados:

Plomo: 0.05 mg/L

Mercurio: 0.002 mg/L

Cadmio: 0.01 mg/L

Por lo cual se permite el uso de este recurso para consumo humano siempre y cuando cuente con un proceso de potabilización que cuente con desinfección, de igual manera teniendo en cuenta el decreto 1541 de 1978 la prioridad para uso de estos recursos, en este caso de la fuente superficial debe primar el consumo humano, colectivo o comunitario respecto a lo enunciado en el art 41, donde establecen en orden de prioridades los usos en los que se tiene en cuenta la utilización del agua.

Es importante resaltar que para poder estimar el uso que se le va a dar al recurso hídrico (Quebrada Platanal) exige tener otras variables además del Cadmio, Plomo y Mercurio. Sin embargo, las concentraciones halladas para los tres metales se encuentran dentro de los intervalos de la concentración letal reportada para la preservación de flora y fauna ((UPB), 2020).

## 6. Conclusión

La situación medio ambiental en la zona de Bolívar específicamente en el municipio de Santa Rosa del Sur es significativa. Las consecuencias al medio ambiente generados por el sector minero son de tomar controles inmediatos para evitar futuros riesgos de mayor importancia, a esto se le suma la pérdida de las antiguas prácticas de protección y conservación de los bosques de la zona, que eran propias de los campesinos nativos de la región. Tras el pasar de los años los daños medioambientales generados por esta práctica se agravan considerablemente debido a factores geográficos que permiten el desarrollo de la explotación de minerales en zonas cercanas a las fuentes hídricas de la zona y el factor social que contribuye con las inadecuadas prácticas de explotación y uso de químicos.

En la identificación de los impactos ambientales realizada por medio de la metodología conesa resalta las alteraciones causadas principalmente en los componentes abióticos como el aire debido a la generación de partículas sólidas, en el suelo generado por la deforestación para la instalación de los equipos necesarios para la extracción del mineral; además, de los cambios en el uso del suelo, las modificaciones causadas en el agua se basan especialmente en la contaminación por lixiviados, la disminución del caudal y el deterioro de la calidad del agua, en cuanto a los componentes bióticos son significativos en cuanto a la flora cambiando la composición y estructura florística encontrada en los lechos de la quebrada y la tala, en cuanto a la fauna se debe a la bioacumulación de mercurio en su organismo y a la pérdida de hábitat de estos animales, por último los componentes social y demográficos aunque sus impactos son moderadamente significativos existe el riesgo latente por la afectación a la salud debido al incremento de la minería irresponsable ocasionando una mayor probabilidad a futuro de condiciones de morbilidad, mortalidad y desnutrición.

Los resultados de la evaluación de la fuente hídrica permiten concluir que la calidad del agua de la misma no es apta para el consumo humano sin realizar un proceso de potabilización previo, ya que basado en los resultados obtenidos se contempla un riesgo bajo debido a la presencia de mercurio presente en la fuente hídrica, aun así, el uso agrícola para uso de estas aguas no cumple con lo establecido en la normatividad, además de ellos se tiene en cuenta la bioacumulación presente en la fauna y posterior ingesta por parte del ser humano establece tener un mayor control sobre la minería ilegal presente en la zona.

De esta manera se logró identificar la probabilidad de riesgo latente que presenta la población aledaña o circundante a la quebrada el platanal, las situaciones y falta de servicios propiciando las afectaciones de la comunidad y el ambiente.

## **7. Recomendaciones**

Se recomienda que las autoridades ambientales CSB, AAA SUR empresa de servicio público de Santa Rosa del sur, la secretaria de ambiente, minería y agropecuaria en conjunto con la alcaldía municipal ejerzan mayor presencia y control hacia la fuente hídrica especialmente en los lugares donde se encuentran ubicados los cambuches de minería ilegal que está extrayendo los minerales y afectando la ronda hídrica y los componentes cercanos a la quebrada el platanal, que es de vital importancia para prevenir la afectación que sufre los nacimientos de agua, ya que muchas personas se abastece del apreciado liquido en época de sequía sin ningún tratamiento y sin el debido permiso otorgado por la autoridad ambiental competente.

Implementar un plan de manejo ambiental y el uso adecuado de la fuente hídrica, también realizar control para la eliminación de riesgo por presencia de metales pesados para que no halla enfermedades o daño en la salud en la población beneficiada.

De igual manera se recomienda realizar análisis periódicos de los parámetros físicos, químicos y biológicos de las fuentes hídricas que abastecen el municipio de Santa Rosa del Sur Bolívar con finalidades de conocer el estado actual de las fuentes.

Realizar programa de sensibilización y educación ambiental por parte de las autoridades ambientales del municipio de Santa Rosa Del Sur que le permita a la comunidad a entender la importancia de la conservación, protección y recuperación de la calidad del agua del de recurso hídrico, también que se vincule la comunidad, la empresa de servicio público y alcaldía para la recuperación, y sostenibilidad de los nacimientos de agua.

## 8. Referencias

- (MERNRYT), M. D. (s.f.). *Misiones Provincia- Educación ambiental*. Recuperado el 17 de 08 de 2019, de Misiones Provincia- Educación ambiental:  
<http://www.misiones.gov.ar/ecologia/Todo/EducacionAmbiental/diccionarioambiental.htm>
- (UPB), U. P. (2020). *Determinación de los criterios de calidad de la quebrada de platanal localizada en santa rosa sur de bolívar*. Bucaramanga.
- Alcaldia Municipal De Santa Rosa Del Sur Bolívar. (2014). *Consolidación PBOT Del Municipio Santa Rosa Del Sur Bolívar*. Obtenido de  
[https://santarosadelsurbolivar.micolombiadigital.gov.co/sites/santarosadelsurbolivar/content/files/000251/12505\\_acuerdo-no-009-de-mayo-28-de-2014--pbot.pdf](https://santarosadelsurbolivar.micolombiadigital.gov.co/sites/santarosadelsurbolivar/content/files/000251/12505_acuerdo-no-009-de-mayo-28-de-2014--pbot.pdf)
- Alfonso, L. (1998). *Informe Ambiental De la Subregión Del Sur De Bolívar*. Centro de documentación programa de desarrollo y paz del magdalena medio. Obtenido de  
<http://186.170.30.3:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/200/DPE-0169%20Recolecci%C3%B3n%20de%20informaci%C3%B3n%20presentados%20por%20los%20pasa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alier, J. M. (2010). *El ecologismo de los pobres. Conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Lima : Espiritrompa.
- Andaluz, C. (2011). *Manual de derecho ambiental*. Lima : Editorial Iustitia.
- ANM. (2016). *Agencia Nacional De Minería*. Obtenido de Agencia Nacional De Minería:  
[http://mineriaencolombia.anm.gov.co/images/MINERALES/ficha\\_oro\\_esp\\_2019.pdf](http://mineriaencolombia.anm.gov.co/images/MINERALES/ficha_oro_esp_2019.pdf)
- Barrios, C., Torres, R., Lampoglia, T., & Agüero, R. (2009). *Guía de orientación en saneamiento básico: para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades*. OPS.
- Bello, R. (2009). *Curso/Taller Evaluación De Impacto (CEPAL)*. Recuperado el 11 de 09 de 2019, de CEPAL:  
[https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/9/37779/impacto\\_rbbcproy.pdf](https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/9/37779/impacto_rbbcproy.pdf)
- C., C. A., & LA, U. P. (s.f.). *Sinopsis nacional de la minería aurífera artesanal y de pequeña escala*. Obtenido de  
[http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/mercurio/Sinopsis\\_Nacional\\_de\\_la\\_ASGM.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/mercurio/Sinopsis_Nacional_de_la_ASGM.pdf)
- Camacho Bareiro, A., & Ariosa Roche, L. (2000). *Diccionario de Términos*. Cuba: Publicaciones Acuario. Obtenido de <http://www.cytacunoc.gt/wp-content/uploads/2017/10/lxcotoyac-Cabrera-Priscila-Isabel-2017.pdf>
- Ceron, E. (26 de 02 de 2013). *Scribd*. Recuperado el 21 de 08 de 2019, de Scribd.:  
<https://es.scribd.com/doc/127385115/Enfermedades-de-origen-hidrico-pdf>
- Chafe, Z. (2007). «Las crecientes amenazas de desastre y su potencial riesgo de desplazamientos de población. » *Ecología Política*(33), 84.87.

- Chávez, M. A. (06 de Octubre de 2018). Dan ultimátum a retroexcavadoras en zona minera del sur de Bolívar. *Vanguardia*, pág. 3. Obtenido de <https://www.vanguardia.com/santander/barrancabermeja/dan-ultimatum-a-retroexcavadoras-en-zona-minera-del-sur-de-bolivar-GAVL125542>
- CLIMATE-DATA.ORG. (2020). *CLIMATE-DATA.ORG*. Obtenido de CLIMATE-DATA.ORG: <https://es.climatedata.org/america-del-sur/colombia/bolivar/santa-rosa-del-sur-50065/#climate-graph>
- Cobaleda, J. (2006). *Caracterización de la percepción y conocimientos de la población, acerca de los problemas de la salud humana relacionados con el uso y manejo de mercurio en la explotación de oro y el consumo de pescado proveniente de las fuentes hídricas*. Universidad de Antioquia, Cauca-Antioquia.
- Colombia, D. d. (2010). *La Minería de Hecho en Colombia*. Bogotá D.C: Imprenta Nacional De Colombia.
- CSB. (2013). *Agenda ambiental municipio de santa rosa del sur*.
- Díaz-Arriaga, F. A. (2014). *Mercurio en la minería del oro: impacto en las fuentes hídricas destinadas para consumo humano*. The University of Texas at Austin, U.S.A. doi: 16 (6): 947-957, 2014
- Duarte, O., Requena, I., & Rosario, Y. (2007). *Fuzzy Te-chniques for Environmental Impact Assessment in the Mineral Deposit of Punta Gorda*. Moa- Cuba : Environ Technol. doi:6:659-69
- Duraiappah, A. (1998). Poverty and Environmental Degradation: A Review and Analysis of the Nexus. *World Development*, 26(12), 2169-2179.
- Energía, M. d. (17 de 04 de 2019). *Sistema de Información Minero Colombiano*. Obtenido de Sistema de Información Minero Colombiano: <http://www1.upme.gov.co>
- EPA. (2006). *Makah Tribe. Water Quality Standars for Surface Water*. Environmental Protection Agency.
- EPA. (2011). *Water Quality Standards: Protecting Human health and Aquatic Life*. Recuperado el 14 de Diciembre de 2019, de [http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/upload/WQS\\_basic\\_factsheet.pdf](http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/upload/WQS_basic_factsheet.pdf)
- Global Foundation for Democracy and Development. (2017). *Diccionario Enciclopédico Dominicano de Medio Ambiente*. Obtenido de Diccionario Enciclopédico Dominicano de Medio Ambiente: <https://www.diccionariomedioambiente.org/diccionariomedioambiente/es/default.asp>
- Güiza, L. (2013). La pequeña minería en Colombia: una actividad no tan pequeña. DYNA. Recuperado el 21 de Enero de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496/49628728012>
- Hildyard, N. (2007). La extracción de combustibles fósiles como generadora de refugiados ambientales. *Ecología Política*, 37-50.
- Huairá, A. P. (11 de Octubre de 2012 ). *Slideshare*. Recuperado el 18 de 09 de 2019, de Slideshare: Slideshare: <http://es.slideshare.net/alfredoparihuaira3/agua-superficial>

- IBAMA. (16 de 10 de 2019). *Instituto Brasileiro Del Medio Ambiente y Recursos Renovables* . Obtenido de Instituto Brasileiro Del Medio Ambiente y Recursos Renovables : <http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-qa/mercurio-metalico-v2>
- IDEAM. (2014). *Estudio Nacional del Agua*. Obtenido de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA\\_2014.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf)
- IDEAM. (2014). *Informe batimetría Lago de Tota. Grupo de Modelación*. Boyacá: Subdirección de Hidrología.
- IIED. (2002). *International Institute for Environment and Development , World Business Council for Sustainable Development. Abriendo brecha: minería, y desarrollo sustentable: el informe del Proyecto MMAD, Minería Artesanal y en Pequeña Escala: Londres*.
- Jerez, J. A. (2012). *Ejecución del plan de acción ambiental, para el control y seguimiento de la tala y contaminación de las fuentes hídricas que abastecen el municipio de santa rosa del sur, bolívar*. Trabajo De Grado, Universidad Francisco De Paula Santander , Ocaña. Recuperado el 7 de 01 de 2020, de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/2182/1/31763.pdf>
- Lozano, G. H. (1999). *Control Global de Gestión*. Santafé de Bogotá.: Biblioteca Juridica. Obtenido de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/dise%C3%B1o%20de%20herramientas%20de%20control%20proceso%20de%20atenci%C3%B3n%20m%C3%A9dica%20ambulatoria%20de%20atenci%C3%B3n%20en%20salud%20-%20instituciones%20i.p.s.%20de%20la%20empresa%20social%20de>
- MADS. (17 de Marzo de 2015). *MINAMBIENTE*. Obtenido de MINAMBIENTE: [https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res\\_631\\_marz\\_2015.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf)
- Masters, G., & Ela, W. (2008). *Introducción a la Ingeniería Medioambiental*. Madrid: Pearson Prentice Hal.
- Miguel, H. I., Peña, H. C., & Tamayo., J. R. (2012-2013). *eumed.net*. (U. " Lenin", Ed.) Recuperado el 05 de 06 de 2019, de eumed.net: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1304/index.htm>
- minas, C. d. (2001). *ley 685 de 2001*. Obtenido de [https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2001/ley\\_0685\\_2001.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2001/ley_0685_2001.pdf)
- Ministerio de Ambiente, V. y. (2010). *Decreto 2820/2010*. Bogota-Colombia . Obtenido de [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec\\_2820\\_2010.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_2820_2010.pdf)
- Modak, P., & Biswas, A. (1999). *Conducting environmental impact assessment in developing countries*. Toronto: United Nation University Press. Obtenido de <https://studylib.es/doc/6962214/m%C3%A9todos-de-evaluaci%C3%B3n-de-impacto-ambiental-en-colombia>
- Municipal, A. (s.f.). *Alcaldía Municipal De Santa Rosa del Sur de Bolivar*. Recuperado el 12 de 07 de 2019, de <http://www.santarosadelsur-bolivar.gov.co/>

- Nación, P. G., MYDS, M. d., SSPD, DNP, & UNICEF. (s.f.). *El Agua Potable y el Saneamiento Básico-Procuraduría*. Recuperado el 07 de 04 de 2019, de El Agua Potable y el Saneamiento Básico-Procuraduría.:  
[http://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/descargas/publicaciones/parte3\\_agua.pdf](http://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/descargas/publicaciones/parte3_agua.pdf)
- ONU. (1987). *Report of the World Commission of Environmental and Development. Our Common Future*. Oxford University Press.
- ONU, & DAES. (2015). *Report of the World Commission of Environment and Development. Our Common Future*. Recuperado el 2020 de Enero de 5, de <http://www.un-documents.net/our-commonfuture.pdf>
- Peña, J. (2003). *Minería y medio ambiente en Colombia. Una síntesis histórica de la mala administración de nuestros recursos naturales mineros de la degradación ambiental y de la generación conflictos sociales, asociados a desastres naturales. Una mirada hacia el futuro*. Tesis de Especialización , Universidad Sergio Arboleda , Bogotá D.C.
- PNUD. (2015). *perfil productivo Santa Rosa del Sur de Bolivar*. Bogotá Colombia. Obtenido de [https://issuu.com/pnudcol/docs/perfil\\_productivo\\_santa\\_rosa\\_del\\_su](https://issuu.com/pnudcol/docs/perfil_productivo_santa_rosa_del_su)
- Quijano, J. S. (2008). *La explotación minero aurífera ilegal en el sur de bolívar colombiano; análisis en el distrito minero de santa rosa (2002-2008)*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Abogado, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Santander , Bucaramanga . Obtenido de <http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/27639/1/128603.pdf>
- Ramon. (9 de 05 de 2016). *ECOTicias.com*. Recuperado el 06 de 04 de 2019, de [ECOTicias.com](https://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/115317/bioacumulacion-toxicos): <https://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/115317/bioacumulacion-toxicos>
- RAS. (2000). *Reglamento Técnico Del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*. Obtenido de <https://www.nyfdecolombia.com/normtividad-tratamiento-de-agua/pdf/agua-residual/RAS2000-Titulo-E-tratamiento-de-aguas-residuales.pdf>
- RCN Radio. (21 de Septiembre de 2017). Detectan contaminantes altamente tóxicos en fuentes de agua para consumo en Santa Rosa del Sur, Bolívar. *RCN*. Recuperado el 06 de 05 de 2019, de <https://www.rcnradio.com/colombia/caribe/detectan-contaminantes-altamente-toxicos-fuentes-agua-consumo-santa-rosa-del-sur-bolivar>
- Remigio, A. C. (2015). *Impacto de los pasivos ambientales mineros en el recurso hídrico de la microcuenca quebrada párac, distrito de san mateo de huanchor, lima*. Tesis para optar el Grado de Magíster en Desarrollo Ambiental, Universidad Pontificia Católica del Perú , lima , Lima . Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6160/CORZO\\_REMIGIO\\_A\\_MELIA\\_IMPACTO\\_MINEROS%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6160/CORZO_REMIGIO_A_MELIA_IMPACTO_MINEROS%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Reyes, Y. C., Vergara, I., Torres, O. E., Díaz, M., & González, E. E. ( julio de 2016). CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS: IMPLICACIONES EN SALUD, AMBIENTE Y SEGURIDAD ALIMENTARIA. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, Vol. 16 (Nº 2), 66-77. Recuperado el 19 de Agosto de 2019

- Roldan, L. (2010). *Área temática 3.3. Calidad de las aguas, índices de calidad de agua*. Argentina: Dirección Nacional de Medio Ambiente, MVOTMA. Obtenido de <http://www.cytacunoc.gt/wp-content/uploads/2017/10/lxcotoyac-Cabrera-Priscila-Isabel-2017.pdf>
- Romero, J. Y. (2019). *Caracterización e importancia ambiental de los predios para la protección de la cuenca hidrográfica el platanal que abastece al municipio de santa rosa del sur departamento de bolivar colombia*. Trabajo De Grado, Universidad Francisco De Paula Santander , Norte De Santander , Ocaña. Recuperado el 9 de 12 de 2019, de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/2379/1/32132.pdf>
- Sarmiento, M. (1998). Acumulación de plomo en hueso y sus efectos en la salud. 40-44. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0036-36341998000400009>
- Social, D. d.-M. (2018). *Informe de estudios realizados*. Bogotá-Colombia . Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/informe-de-estudios-hg.pdf>
- Sostenible, M. D. (2011). *MINAMBIENTE*. Recuperado el 24 de 02 de 2019, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=600:plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-51>
- Sostenible, M. d. (2015). *Resolución 631*. Bogota. Obtenido de [https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/OtraNormativa/R\\_MADS\\_0631\\_2015.pdf](https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/OtraNormativa/R_MADS_0631_2015.pdf)
- Toledo, T. (s.f de s.f de s.f). *Academia*. Recuperado el 18 de 08 de 2019, de Academia: [http://www.academia.edu/9511155/Calidad\\_del\\_agua\\_evaluaci%C3%B3n\\_y\\_diagn%C3%B3stico](http://www.academia.edu/9511155/Calidad_del_agua_evaluaci%C3%B3n_y_diagn%C3%B3stico)
- Toro, J. (2009). *Análisis constructivo del proceso de evaluación de impacto ambiental en Colombia. Propuestas de mejora*. Tesis Doctoral, Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Granada, Granada. Obtenido de <https://studylib.es/doc/6962214/m%C3%A9todos-de-evaluaci%C3%B3n-de-impacto-ambiental-en-colombia>
- UIS, U. I. (s.f.).
- Unidad de Planeación Minero Energético, M. d. (2006). *Alteraciones neurocomportamentales en personas expuestas a mercurio en la actividad minera del oro en el municipio de Segovia (Antioquia)*. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Obtenido de <file:///E:/Users/Hp/Downloads/Problema%20Ambienta%20Ocasional%20Mercurio%20Proveniente%20de%20Miner%C3%ADa%20de%20Oro.pdf>
- Valdez, E. (1990). *Abastecimiento de Agua Potable*. Universidad Nacional Autónoma de México., México D.F. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12488/GonzalezScancelliTerry2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Visscher, J., Paramasivan, R., Raman, A., & Heijnen, H. (s.f.). *Filtración Lenta en Arena, Tratamiento de Agua para Comunidades*. Cali: IRC.

Wotruba, H. H. (1998). *Manejo Ambiental en la Pequeña Minería, An Environmental Study of Artisanal, Small, and Medium Mining in Bolivia, Chile, and Perú*. Documento técnico del Banco Mundial No.429. Washington D.C: Banco Mundial.

Yanez, E. V. (2016). *Tratamiento por Electrocoagulación de aguas de cianuración generadas en el beneficio del oro en una zona minera del sur de Bolívar, Colombia*. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniería Ambiental, Universidad de Córdoba , Córdoba, Montería. Obtenido de <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/448/TRABAJO%20DE%20GRADO%202016%20-%20ELVIA%20VALERIA%20DURANTE%20YANEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## 9. Apéndices

### Apéndice A fotografía quebrada el platanal



**Fuente:** autor del proyecto (2020)

### Apéndice B fotografía tramo



**Fuente:** autor del proyecto (2020)

**Apéndice C** fotografía tramo el Rosario



**Fuente:** autor del proyecto (2020)

**Apéndice D** correntómetro utilizado para la medición de caudal



**Fuente:** autor del proyecto (2020)

**Apéndice E** recipientes utilizados para la toma de muestras



Fuente: autor del proyecto (2020)

**Apéndice F** aplicación del preservante químico para las muestras en botellas



Fuente: autor del proyecto (2020)

## Apéndice G Rótulos utilizados para la toma de muestras

		
FECHA:	NOMBRE DE LA EMPRESA:	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO:
COORDENADAS:	HORA MUESTREO:	AGUA: P_ C _ R_
PRESERVACIÓN: SI_ NO_	TIPO DE REACTIVO:	RESPONSABLES:
CONSERVADA:	TIPO DE MUESTRA:	

Fuente: autor del proyecto (2020)

## Apéndice H anexo de los rótulos a sus respectivos recipientes de muestras



Fuente: autor del proyecto (2020)

**Apéndice I** muestras tomadas, etiquetadas y preservadas



**Fuente:** autor del proyecto (2020)



**APENDICE K. Formato de campo registrado para las muestras**

**Ver anexo**

**APENDICE L. Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.**

**Ver anexo**

**APENDICE M. Resultados de los análisis a metales pesados (mercurio, cadmio y plomo). Ver anexo**