

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA AMBIENTAL

FLOR ANDREA ESPITIA SIERRA

PASANTÍA: APOYO EN LA ACTUALIZACIÓN DE LOS PLANES DE MANEJO AMBIENTAL DE ALGUNOS TÍTULOS MINEROS DE LA FEDERACIÓN AGROMINERA DEL SUR DE BOLÍVAR EN LOS MUNICIPIOS DE MONTECRISTO, ARENAL Y MORALES DEL SUR DE BOLÍVAR A CARGO DE LA COOPERATIVA MULTIACTIVA GESTIÓN Y ESTUDIOS AMBIENTALES.

DOCENTE DIRECTOR: JAIME EDDY USSA

DIRECTOR EXTERNO: DANNA NATALY GARZÓN

BOGOTÁ, D.C. 2024

Dedicatoria

Somos el producto de aquello que cotidiana y estructuralmente nos envuelve y nos transforma, por ello, este trabajo no es un esfuerzo unipersonal, sino es el trabajo colectivo e histórico de más personas.

Agradezco el amor, paciencia y compañía de mi familia, y especial de mi madre, quien siempre estuvo presente en mi proceso personal, académico, profesional y político en estos años.

A mi alma máter por sus enseñanzas, vivencias, anécdotas, pero sobretodo por permitirme conocer procesos de transformación para construir otro mundo posible.

Al Movimiento Político de Masas Social y Popular del Centro Oriente de Colombia y la Asociación Nacional de Jóvenes y Estudiantes de Colombia por cultivar semillas de resistencia en los territorios y forjar una sujeta colectiva que seguirá en la búsqueda de esa Nueva Sociedad añorada por las mayorías.

A la Cooperativa Gestión y Estudios Ambientales GEA, con quienes desarrollé la pasantía y en donde, desde la gestión popular, han tejido redes de solidaridad en la búsqueda de la solución de las necesidades de las comunidades, y además han contribuido de manera importante en mi formación profesional.

A la Federación Agrominera del Sur de Bolívar, que, a pesar de la estigmatización y persecución, siguen resistiendo por la permanencia y la vida en los territorios. Espero que este trabajo aporte en la consolidación de sus apuestas estratégicas.

¡A estudiar y a luchar!

Tabla de contenido

1. RESUMEN 6

2. ANTECEDENTES 7

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 9

4. OBJETIVOS 12

4.1. Objetivo general 12

4.2. Objetivos específicos 12

5. MARCO TEÓRICO 13

6. MARCO CONCEPTUAL 17

7. METODOLOGÍA 23

8. RESULTADOS 29

8.1. Planes de manejo ambiental 33

8.2. Valoración de información secundaria disponible 54

8.3. Hoja de ruta para una posterior delimitación del área de influencia de los títulos mineros 106

9. CONCLUSIONES 127

10. RECOMENDACIONES 128

11. REFERENCIAS 129

12. ANEXOS 134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Encuesta realizada por GEA para el diagnóstico en campo* 23
Tabla 2. *Poligonal del Título Minero LSB-02* 29
Tabla 3. *Coordenadas Bocaminas PTO LSB-02* 30
Tabla 4. *Coordenadas Bocaminas ICA LSB-02* 30
Tabla 5. *Características técnicas LSB-02* 30
Tabla 6. *Poligonal Título Minero LSB-03* 32
Tabla 7. *Coordenadas Bocamina ICA LSB-03* 32
Tabla 8. *Características técnicas LSB-03* 33
Tabla 9. *Resultados de matriz de identificación de impactos ambientales para los Títulos LSB-02 y LSB-03* 35
Tabla 10. *Resultados de matriz de calificación de impactos ambientales para los Títulos LSB-02 y LSB-03* 38
Tabla 11. *Matriz de riesgos para los Títulos LSB-02 y LSB-03* 38
Tabla 12. *Lista de Fichas de Manejo para el Título LSB-02* 39
Tabla 13. *Análisis de cumplimiento de medidas del PMA para el Título LSB-02* 39
Tabla 14. *Lista de Fichas de Manejo para el Título LSB-03* 47
Tabla 15. *Análisis de cumplimiento de medidas del PMA en el Título LSB-03* 47
Tabla 16. *Análisis del yacimiento LSB-02* 67
Tabla 17. *Unidades Geomorfológicas en el área LSB-02* 69
Tabla 18. *Pendientes en el área LSB-02* 70
Tabla 19. *Unidades de paisaje LSB-02* 70
Tabla 20. *Escala visual del paisaje LSB-02* 71
Tabla 21. *Tipo de suelo en el área del LSB-02* 72
Tabla 22. *Características del suelo para clase agrológica VII* 74
Tabla 23. *Valores de oferta y calidad del agua para Subzona Hidrógrfica* 76
Tabla 24. *Indicadores del Sistema Hídrico* 76
Tabla 25. *Evaluación General de la Subzona Hidrográfica* 78
Tabla 26. *Disponibilidad de datos sobre caudales* 79
Tabla 27. *Disponibilidad de datos sobre precipitación* 80
Tabla 28. *Cobertura de la tierra en el área del LSB-02. Metodología CLC* 80
Tabla 29. *Análisis del yacimiento LSB-03* 97
Tabla 30. *Unidades Geomorfológicas en el área LSB-03* 99
Tabla 31. *Pendientes en el área LSB-03* 99
Tabla 32. *Unidades de paisaje LSB-03* 100
Tabla 33. *Escala visual del paisaje LSB-03* 101
Tabla 34. *Tipo de suelo en el área del LSB-03* 101
Tabla 35. *Cobertura de la tierra en el área del título LSB-03. Metodología CLC* 103
Tabla 36*. Matriz de análisis y hoja de ruta para levantamiento de información* 106

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

***Ilustración 1**. Proceso de beneficio de oro sin mercurio _____19*
***Ilustración 2.** Metodología _____27*
***Ilustración 3.** Mapa de localización del Título Minero LSB-02_____29*
***Ilustración 4.** Mapa de localización Título Minero LSB-03_____32*
***Ilustración 5.** Ubicación de planchas utilizadas _____54*
***Ilustración 6.** Zonificación Reserva Ley 2°/1959 – Serranía San Lucas _____82*
***Ilustración 7.** Áreas de protección - Serranía San Lucas_____83*
***Ilustración 8.** Estructura poblacional de Montecristo _____84*

1. RESUMEN

Colombia es un país con un alto potencial para la inversión en la exploración minera, donde gran parte de la minería se desarrolla a pequeña o mediana escala y existen grandes retos en cuanto a la legalización principalmente de este tipo de minería y el mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes y mineros de los territorios donde se realiza.

La Serranía de San Lucas se encuentra ubicada al sur del departamento de Bolívar, entre los ríos Cauca y Magdalena, los dos cuerpos loticos más importantes del país, lo que, adicional a todos los componentes bióticos y abióticos de esa región, la dotan de una gran riqueza ecosistémica. Sin embargo, es también es una de las regiones del país donde más se lleva a cabo la minería de Oro y Plata, particularmente con pequeña minería y minería artesanal, que generalmente no cuentan con altos niveles de tecnificación que permitan mejorar el proceso productivo, pero también reducir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales generados por esta actividad.

La Federación Agrominera del Sur de Bolívar (FEDEAGROMISBOL) es una Federación que existe desde la década de los 90's en esa región, y es producto de la organización social y popular de los habitantes del Sur de Bolívar en perspectiva de construir escenarios de gestión popular que permitan mejorar las condiciones de vida de quienes habitan y luchan por permanecer en el territorio. Desde el año 2007 está Federación entró en un proceso de legalización de su explotación minera, teniendo a la fecha licencia ambiental desde la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar (CSB) para 9 títulos mineros: Mina Pioji-Caguán-Chocó, Mina Unión, Mina La Chapa, Mina San Luquitas, Mina San Luquitas 2, Mina Central, Mina Antanas, Mina Caribe y Mina San Pedro Frío.

A la fecha FEDEAGROMISBOL ha recibido diferentes requerimientos por medio de algunos Autos emitidos por la autoridad ambiental, debido a modificaciones en sus actividades, incluyendo la solicitud por parte de la Federación de algunos permisos de vertimientos, captación de aguas y aprovechamiento forestal, entre otros requerimientos, los cuales solo se otorgarán en el marco de la modificación de las licencias ambientales y la actualización de los Planes de Manejo Ambiental.

En ese sentido, la presente pasantía busca apoyar el Área de licenciamiento ambiental de la Cooperativa Multiactiva Gestión y Estudios Ambientales (GEA), particularmente en lo relacionado con la actualización de dos Planes de Manejo Ambiental FEDEAGROMISBOL. Para el cumplimiento de estos objetivos se utilizarán los resultados de diferentes visitas de diagnóstico realizados por la Cooperativa, así como información secundaria, métodos de investigación y análisis cartográfico.

Se espera entregar un avance de recopilación de información secundaria, así como una hoja de ruta que permita ser un insumo para una posterior actualización del área de influencia de los títulos mineros LSB-02 y LSB-03 (Mina Pioji-Caguán-Chocó y Mina Unión respectivamente) al finalizar la pasantía.

2. ANTECEDENTES

El Sur de Bolívar es una Región que se ubica en la Serranía de San Lucas y se encuentra en el medio de los dos principales ríos del país: el Magdalena y el Cauca, y limita con los departamentos de Cesar, Santander, Antioquia, Córdoba y Sucre, cubriendo 17 municipios.

Esta región comenzó a poblarse por un continuo desplazamiento presentado en los departamentos cercanos en los años 40-50. La dinámica de poblamiento empieza principalmente por liberales que se ubican en las estribaciones de la Serranía y que huían de la guerra bipartidista con los conservadores, allí comienzan a desarrollar actividades como la agricultura, la pesca, la explotación maderera y de oro de aluvión, las cuales permitieron establecer una forma de vida y asentar estas nuevas poblaciones (FEDEAGROMISBOL, 2007)

La siguiente oleada de migración a la región se da a principios de los años ochenta, cuando inicia el bum del oro y se descubre la primera mina de oro de beta (al interior de la montaña), que se denominó mina azul. Posterior a este vinieron más descubrimientos realizados de manera artesanal y sin estudios técnicos por los habitantes de la Serranía; en el año 1982 se descubrió mina seca, y al finalizar la década aparecen las minas de la parte alta (Caribe, Viejito, Gallo, Paraíso entre otras) y las ubicadas en el Norte en San Martín de Loba (FEDEAGROMISBOL, 2007). Luego, entre la década de 1960 y la de 1970, comienza la bonanza marimbera. Atraídos por el lucrativo negocio de la marihuana, comienzan a llegar ya no sólo costeños, sino además gente del interior: boyacenses y santandereanos. (Gutiérrez D, 2017)

Es en ese contexto que nace la Federación Agrominera del Sur de Bolívar (FEDEAGROMISBOL), una organización social compuesta principalmente por campesinos y mineros artesanales que nació a mediados de los años 90 con el nombre de Asociación Agrominera del Sur de Bolívar, cuando mineros, productores de café y agricultores de la zona en general, decidieron asociarse para proponer alternativas frente a toda la crisis económica y social que se vivía en la región por la llegada de grupos paramilitares en la región, el ascenso en la violencia y el cultivo de hoja de coca y la disputa por los recursos mineros.

En 1998, debido “a una serie de cuestiones de orden legal, tuvieron que convertirse en federación, asumiendo el nombre con el cual son conocidos actualmente” (Gutiérrez D, 2017). Desde su creación, la Federación ha defendido la vida y la permanencia en el territorio, pese al permanente conflicto social, político y armado, la arremetida del paramilitarismo en la región, y la avanzada de los grandes proyectos mineros en el país aprobados por el Estado.

A la par al desarrollo de procesos populares como este, el país avanzaba en la inversión para proyectos de exploración y explotación minera a gran escala, y buscaba armonizar elementos reglamentarios acordes de la Constitución Política del 91, ello lleva a la expedición de la Ley 685 de 2001 "Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones", la cual pretendía legalizar y normar varios aspectos de la actividad minera del país. Particularmente, con el fin de avanzar en procesos de formalización de pequeña minería, el artículo 165 de esta ley establece como límite máximo hasta el 31 de diciembre de 2004 para la legalización de la minería de hecho que se realizara en el

territorio nacional. En ese marco, FEDEAGROMISBOL con el fin de legalizar su producción minera y mejorar sus prácticas en el proceso de exploración y explotación, inicia los trámites para la legalización de 9 proyectos de explotación minera a pequeña escala y con métodos artesanales, los cuales se encuentran ubicados en los municipios de Montecristo, Arenal y Morales del Sur de Bolívar.

Para el año 2006 la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar (CSB) adelanta las visitas y actividades requeridas para iniciar el proceso de legalización, luego de esto, FEDEAGROMISBOL procede a elaborar y presentar los respectivos Planes de Manejo Ambiental y Programas de Trabajos y Obras, obteniendo las licencias ambientales para los 9 títulos mineros en el año 2007.

Pese al intento de mantener una dinámica de explotación responsable y con los menores impactos ambientales posibles, la Federación ha sido víctima del permanente conflicto armado en la zona, donde han sido perseguidos y asesinados algunos de sus líderes más importantes como su último presidente Narciso Beleño en febrero del año 2024. Esto, ha dificultado hacer el seguimiento y avance técnico requerido según la norma para los procesos de explotación minera.

Para esta pasantía, el apoyo se centrará en particularmente los títulos LSB-2 y LSB-3.

Mina Piojo-Caguán-Chocó - LSB-02: se encuentra ubicada en el municipio de Montecristo, en la parte central de la Serranía de San Lucas, su extensión es de un total de 313 hectáreas con 5.900 metros cuadrados, cuyo objetivo es la extracción de oro y plata. Según su Plan de Manejo Ambiental, el número de habitantes del área de las asociaciones mineras es aproximadamente de unas 20 familias, concentrándose el mayor número en el asentamiento minero Chocó. En estos asentamientos mineros, los habitantes han diseñado viviendas en madera para su residencia. La comunidad se ha organizado para solucionar una de las necesidades insatisfechas, como es el suministro de agua, que hacen a través de mangueras, desde el nacimiento de los caños o quebradas. También se han organizado, para realizar el mantenimiento de los caminos de herraduras y para promover la creación de asociaciones mineras tendientes a legalizar las explotaciones de oro. La base de la economía es la producción y comercialización de oro, vendido directamente en San Pedro Frío, o cambiado por artículos de primera necesidad.

Mina Unión - LSB-03: Se encuentra ubicada también en el municipio de Montecristo, en la parte central de la Serranía de San Lucas, su extensión es de un total de 84 hectáreas con 7.681 metros cuadrados, cuyo objetivo es la extracción de oro y plata. Según su Plan de Manejo Ambiental, el número de habitantes del área de las asociaciones mineras es aproximadamente de 8 familias, concentrándose el mayor número en el asentamiento minero Chocó. En estos asentamientos mineros, los habitantes han diseñado viviendas en madera para su residencia. La comunidad se ha organizado para solucionar una de las necesidades insatisfechas, como es el suministro de agua, que hacen a través de mangueras, desde el nacimiento de los caños o quebradas. También se han organizado, para realizar el mantenimiento de los caminos de herraduras y para promover la creación de asociaciones mineras tendientes a legalizar las explotaciones de oro. La base de la economía es la producción y comercialización de oro, vendido directamente en San Pedro Frío, o cambiado por artículos de primera necesidad.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Colombia es un país con alto potencial para la inversión en la exploración minera, donde se pueden encontrar oferta de diferentes minerales en casi todas las regiones del país y el 2,75 % del territorio se dedica a la minería (Agencia Nacional de Minería -ANM-, 2023) principalmente de materiales de construcción, metales preciosos y carbón. Con respecto a los recursos energéticos, el país posee las mayores reservas de carbón de América Latina, lo que le permite ubicarse como el quinto país exportador y undécimo productor de carbón del mundo (Agencia Nacional de Minería -ANM-, 2020)

Sin embargo, la minería en el país no es homogénea, por el contrario, el 62,49% corresponde a la pequeña minería, el 35,69% a la mediana minería, y tan solo el 1,82% de los proyectos mineros en el país se encuentran dentro de la gran minería (Agencia Nacional de Minería -ANM-, 2023). Esto ubica no solo los topes de producción para cada clasificación, sino que también permite abordar las diferenciaciones en materia de los impactos ambientales/sociales/económicos para cada tipo de minería.

En el caso de la pequeña minería de oro, que es la central en este proyecto, ésta se encuentra relacionada con varios aspectos según el Decreto 1073 de 2015: Los títulos mineros que se encuentren en la etapa de exploración o construcción y montaje se clasifican con base en el número de hectáreas otorgadas en el respectivo título minero, teniendo para la pequeña minería un área menor o igual a 150 Ha. Para los títulos mineros que se encuentren en la etapa de explotación, con base en lo aprobado en el respectivo Plan de Trabajo y Obras o en el documento técnico que haga sus veces, se clasificarán de acuerdo con el volumen de la producción minera máxima anual para los siguientes grupos de minerales: carbón, materiales de construcción, metálicos, no metálicos, metales preciosos, piedras preciosas y semipreciosas. Para el caso de la pequeña minería en oro se tiene: hasta 15.000 toneladas/año en extracciones subterráneas, o hasta 250.000 m3/año en extracciones a cielo abierto.

En la actualidad existe una perspectiva muy reducida respecto a la importancia económica y social de la MAPE (Minería Artesanal y a Pequeña Escala) del oro en Colombia, ya que continuamente se la equipara con actividades de explotación minera ilegales, actividades totalmente diferentes. Si bien este es un elemento muy importante para el país, pues según Lesmes (2023) “La minería ilegal sigue creciendo y afectado al país, de acuerdo con cifras de Ejército Nacional, 100.000 hectáreas de cielo abierto son ilegales y el 51 por ciento está en zonas excluibles, como reservas forestales o parques naturales”, y, según un informe de la Contraloría General de la República de Julio de 2022, el 85 por ciento del oro que exporta Colombia es producto de la minería ilegal, y el 66 por ciento de la minería ilegal en Colombia se hace en zonas de reserva, en parques naturales y en reservas forestales ((Contraloría General de la República, 2022), la MAPE del oro continúa siendo una actividad rentable y socialmente arraigada en las regiones del país donde se ha llevado a cabo, por lo que no es comprensible que se la desconozca como un motor para el desarrollo de tales regiones y no se busque fomentarla adecuadamente a través de políticas efectivas de formalización (Pantoja Timarán & Pantoja Barrios, 2016)

Dentro de esas regiones en las cuales se encuentran algunos anclajes a la economía minera, se encuentra el Sur de Bolívar, una zona cuyas condiciones sociales y económicas dista de la abundancia de sus recursos, bastante prominentes por las características

biofísicas de la Serranía de San Lucas. Según Rutas del conflicto (2021) “el Estado tiene deudas históricas con este territorio con zonas en donde aún no llega la energía eléctrica, el agua potable y las opciones de educación son escasas”, pues para el año 2017 “el 46,2% de la población de los 11 municipios del Sur de Bolívar vive con sus Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), y el 17,73% vivía en miseria”. En los 3 municipios que involucran los 9 títulos mineros legalizados por Fedeagromisbol hay una población de alrededor de 46.000 habitantes, donde, según cifras del DANE a 2018, en el municipio de Montecristo solo el 57,8% de las viviendas cuenta con energía eléctrica, 31% a acueducto y solo el 0,6% de las viviendas tiene acceso a sistema de alcantarillado. Mientras para los municipios de Arenal y Morales estos porcentajes son de 82% y 61% en acceso a energía eléctrica, 76% y 43% para acueducto, 34% y 35% para alcantarillado, respectivamente. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-, 2018a, 2018c, 2018b)

Ante este panorama es que aparece FEDEAGROMISBOL desde hace aproximadamente 30 años, donde según cifras de la UPME, FEDEAGROMISBOL empleaba a 2006 a cerca de 30.000 mineros (Unidad de Planeación Minero Energética -UPME-, 2006) y ha permitido a habitantes y trabajadores de la región mejorar sus condiciones de vida y consolidar escenarios de organización popular: a la fecha, están asociados más de 40 organizaciones locales entre asociaciones de pequeños mineros, de agricultores, comerciantes y transportadores (Redacción Trochando, 2021)

La Federación, que al inicio desarrollaba procesos extractivos sin estar formalizados, es decir, desarrollaba minería de hecho, pasó por un proceso de formalización que llevó a la expedición de 9 Planes de Manejo Ambiental para 9 títulos mineros, esto después de la expedición de la Ley 685 de 2001, particularmente por medio del artículo 165, el cual establece que “Los explotadores de minas de propiedad estatal sin título inscrito en el Registro Minero Nacional, deberán solicitar, en el término improrrogable, de tres (3) años contados a partir del primero (1°) de enero de 2002, que la mina o minas correspondientes les sean otorgadas en concesión llenando para el efecto todos los requisitos de fondo y de forma y siempre que el área solicitada se hallare libre para contratar”.

Este proceso de formalización, descrito también en los antecedentes, se adelantó con la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolivar (CSB), quien es la autoridad ambiental encargada de otorgar la licencia ambiental y los permisos para el aprovechamiento de los recursos naturales a FEDEAGROMISBOL, así como hacer un control y seguimiento a los planes de manejo ambiental. Esta entidad a la fecha maneja los mismos requisitos a los ya establecidos en el Decreto 1076 de 2015.

Al tramitar las licencias ambientales FEDEAGROMISBOL no solicitó permisos ambientales para usar, afectar o aprovechar recursos naturales, y solo hasta el 2022 actualizaron los Programas de Trabajos y Obras (PTO) de los 9 títulos mineros, los cuales a la fecha indican la necesidad de tramitar algunos permisos y actualizar entonces las licencias ambientales. Estos trámites ambientales que tiene que hacer la Federación han sido afectados por el conflicto social, político y armado en la zona, que se ha agudizado en los últimos años, lo que ha generado que los pequeños mineros en el Sur de Bolívar no cumplan a cabalidad las obligaciones legales y ambientales (como los Informes de Cumplimiento Ambiental en los tiempos establecidos) que tienen para la continuación de sus actividades mineras, lo cual podría generar que FEDEAGROMISBOL pierda las licencias en caso de no actualizarlas.

Según los Planes de Manejo hechos por FEDEAGROMISBOL para la obtención de las licencias ambientales, dentro de los impactos ambientales generados por los 9 títulos mineros, se encuentran los cambios en los ciclos biogeoquímicos del cobre, níquel, plomo, cadmio y mercurio, los cuales determinan perturbaciones en el ambiente, además de otros impactos ambientales como el aumento en el ruido, la erosión, el cambio en el drenaje, estabilidad y las características del suelo, la contaminación del agua, la alteración del paisaje, entre otros.

Sin embargo, estos aspectos ambientales son elementos que se pueden analizar desde la ingeniería ambiental, las tecnologías apropiadas y los instrumentos de evaluación y seguimiento de proyectos, obras o actividades. Permitiendo entonces que las comunidades mejoren sus prácticas, desarrollen unas buenas medidas de manejo ambiental, y mantengan sus licencias ambientales para el desarrollo de su actividad productiva.

Para mantener la licencia ambiental y tramitar nuevos requerimientos que permitan avanzar en las actividades de los 9 títulos mineros a cargo de FEDEAGROMISBOL se deben actualizar los Planes de Manejo Ambiental, pues los requerimientos para el desarrollo de la actividad productiva han cambiado según la normatividad vigente, siendo necesario el trámite de los permisos de captación de agua, vertimientos y aprovechamiento forestal, el plan de compensación por pérdida de la biodiversidad y la inscripción de FEDEAGROMISBOL como generador de residuos peligrosos.

Es por todo lo anterior que esta pasantía se centrará en apoyar la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los títulos mineros LSB-2 y LSB-3, particularmente en lo relacionado con el levantamiento de información secundaria que sirva como insumo para la determinación de áreas de influencia.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Apoyar las actividades de la Cooperativa Multiactiva Gestión y Estudios Ambiental (GEA) en el área de Licenciamiento Ambiental, particularmente en la actualización de dos Planes de Manejo Ambiental para la Federación Agrominera del Sur de Bolívar.

4.2. Objetivos específicos

1. Analizar los Planes de manejo ambiental vigentes de los títulos mineros LSB-02 y LSB03.
2. Valorar la información secundaria disponible que aporte a la caracterización de algunos componentes de los medios biótico, abiótico y socioeconómico de los títulos mineros LSB-02 y LSB-03, y que sirva como insumo para una posterior delimitación y caracterización final de área de influencia.
3. Establecer una hoja de ruta para el levantamiento de la información primaria que permita posteriormente culminar el proceso de delimitación y caracterización del área de influencia de los títulos mineros.

5. MARCO TEÓRICO

El Siglo XX fue muy importante para las ciencias ambientales, la avanzada de la revolución industrial y las guerras mundiales iban reflejando, entre otras cosas, los grandes problemas de contaminación e impactos ambientales en el mundo. Es así como en los años 70 los problemas ambientales empiezan a considerarse en los contextos políticos, y se desarrolla en 1972 la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo, allí se empiezan a señalar los límites de la racionalidad económica y los desafíos que genera la degradación ambiental al proyecto civilizatorio de la modernidad (Leff, 2004). Este escenario fue de los primeros que permitió mostrar el riesgo generado para la humanidad a cabo de la extinción de especies, la contaminación y el deterioro progresivo de la naturaleza (Madroñero & Guzmán, 2018). Durante este periodo histórico la crisis ambiental se hizo evidente, mostrando la irracionalidad ecológica de los patrones dominantes de producción y consumo, y marcando los límites del crecimiento económico (Leff, 2004).

Es así como a finales de la década de los 80 se empezaban a postular las recientes estrategias del ecodesarrollo, las cuales enunciaban la necesidad de crear nuevas formas de producción y estilos de vida basados en las condiciones y potencialidades ecológicas de cada región, así como en la diversidad étnica y la capacidad de las poblaciones locales para la gestión participativa de los recursos (Leff, 2004). Estas, que se sustentaban hasta ahora en elementos teóricos como la teoría de sistemas, alimentaron la esperanza de una práctica de planificación encargada de asimilar y abolir las externalidades ambientales. Sin embargo, de manera paralela avanzaba en 1987 el Informe de Brundtland con el discurso y definición de desarrollo sostenible, que finalmente terminó desplazando el naciente contenido sobre ecodesarrollo.

Es en el inicio de los años noventa, donde el neoliberalismo empieza a consolidarse en América Latina y el mundo, la Organización de las Naciones Unidas establece la “Agenda 21” y se afinca todo el horizonte estratégico mundial a partir del *desarrollo sostenible* -definido como el proceso capaz de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas-. Bajo esta lógica, la sociedad debe concentrarse en simplemente llevar a los límites de regeneración y resiliencia ecosistémica el uso de los ‘recursos naturales’, en tanto estos serán suficientes para las generaciones futuras. Además, los mecanismos de mercado anclados a la lógica neoliberal se postulan como el medio más certero para asimilar las condiciones ecológicas y los valores culturales al proceso de crecimiento económico. En esa perspectiva desaparecen las causas económicas de los problemas ecológicos y la crisis ambiental ya no es efecto de la acumulación de capital, sino del hecho de no haber otorgado derechos de propiedad (privada) y asignado valores (de mercado) a los bienes comunes. (Leff, 2004).

Aunque este concepto y su desarrollo ha sido problematizado, también ha tenido profundizaciones teóricas y avances en sus métodos de medición. Es así como el 25 de septiembre de 2015 fue aprobada la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en la que se establecieron los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que deben cumplir todos los países y partes interesadas para el año 2030. Esta agenda, pese a que en lo discursivo es un consenso global, y se puede interpretar como la manera en que se combaten “todos los males de la sociedad actual”, ha sido constantemente debatida desde le economía

política y la ecología política, pues autoras como (Munster, 2018), plantean que se trataría del paso de una agenda visiblemente minimalista (dada por los Objetivos de Desarrollo del Milenio) y que además 'fracasó', a otra aparentemente universal e integradora; sin embargo, insiste la autora, una lectura detallada a la Agenda 2030 muestra que con los ODS no se logra superar sustancialmente las críticas que le fueran formuladas a sus antecesores: los ODM. Al respecto, destaca el hecho de no estar en correspondencia con la profundidad y alcance de los problemas del desarrollo en el contexto mundial en la actualidad, fundamentalmente por no plantearse las causas que los generan; en ambos casos lo que se ha perseguido es gestionar la crisis desde la lógica del capital. (Munster, 2018)

Pero no solo ha sido a partir de la consolidación de la Agenda 2030 que se han cuestionado los contenidos teóricos y políticos enmarcados en el 'desarrollo sostenible'. Este concepto ha sido debatido desde los 90's, pues las posibilidades de 'no afectar a las generaciones futuras' no obedece a un elemento plenamente individual de las dinámicas de consumo, sino que por el contrario, está profundamente relacionado con las dinámicas de producción, donde las condiciones de la población no es igual en todos los países, así como las huellas ecológicas y los impactos ambientales son también diferenciados por factores sociales y económicos de los países y las clases sociales; por ejemplo, países como Australia y Canadá son algunos cuyas huellas ecológicas son más grandes en comparación a países como Colombia, donde la huella ecológica es menor, a pesar de contar con un número de habitantes mayor (WWF, 2022). Además, estudios de la Universidad de Leeds, han determinado que el 10% más rico consume aproximadamente 20 veces más energía que el 10% más pobre (Robaina, 2020)

Frente a esto, Guimarães (1994) menciona que los países latinoamericanos se ven enfrentados, no sólo al deterioro ambiental a menudo asociado con "exceso" de desarrollo (contaminación y derroche de recursos), sino además con situaciones que son características de condiciones de "ausencia" de desarrollo, o de desarrollo trunco (pobreza y desigualdad socioeconómica). Estas profundas contradicciones develan que los problemas ecológicos y ambientales muestran también disfunciones de carácter social y político (los patrones de relación entre seres humanos y la forma como está organizada la sociedad en su conjunto) y distorsiones estructurales en el funcionamiento de la economía (los patrones de producción y consumo de la sociedad y la forma como ésta se organiza para satisfacerlos).

Es a partir de todas esas críticas, y recogiendo los elementos teóricos del ecodesarrollo, que vertientes teóricas como la economía política fueron tomando cuerpo en la década de 1980, cuando se gestaba con mayor claridad un encuentro de aportes provenientes de distintas disciplinas abocadas al estudio del conflicto por el acceso, despojo, uso y usufructo de los territorios y los recursos que estos contienen (Delgado Ramos, 2013). La Ecología Política tiene gran fundamento en la realidad Latinoamericana, argumentando que ésa, si bien tiene representantes en la academia, se construye con en la praxis de los movimientos de justicia ambiental, quienes han inventariado y mapeado los conflictos para visibilizarlos y, además, han desarrollado acciones colectivas, múltiples lenguajes de valoración y un vocabulario propio. (Martínez Alier, 2015)

En la ecología política han anidado así términos que derivan de campos contiguos –la economía ecológica–, como el de distribución ecológica, definido como una categoría para comprender las externalidades ambientales y los movimientos sociales que emergen de

“conflictos distributivos”; es decir, para dar cuenta de la carga desigual de los costos ecológicos y sus efectos en las variedades del ambientalismo emergente, incluyendo movimientos de resistencia al neoliberalismo, de compensación por daños ecológicos y de justicia ambiental. (Leff, 2004).

Enrique Leff, uno de los autores más importantes en este campo, plantea que se debe comprender que la ecología no es política en sí. Las relaciones entre seres vivos y naturaleza, las cadenas tróficas, las territorialidades de las especies, incluso las relaciones de depredación y dominación no son políticas en ningún sentido, pues obedecen principalmente a las leyes de la naturaleza. Sin embargo, si la política es llevada al territorio de la ecología es como respuesta al hecho de que la organización ecosistémica de la naturaleza ha sido negada y externalizada del campo de la economía y de las ciencias sociales (Leff, 2004).

La ecología política ubica su discusión sobre la reapropiación de la naturaleza y de la cultura, en cuanto lo que está en juego es la distribución equitativa del acceso y los beneficios económicos derivados de la puesta en valor de la naturaleza (Leff, 2004). Adicionalmente, se problematiza, por un lado, el tema del acceso a la propiedad de los recursos, y por el otro lado, el de las dinámicas de la gestión de los territorios con visión de largo plazo y de innegable naturaleza colectiva de frente a la propiedad privada, las acciones individuales y la gestión cortoplacista (Delgado Ramos, 2013)

Esa reapropiación de la naturaliza y de la cultura, enmarcada en unos nuevos elementos de producción y consumo, y unas nuevas relaciones humanas, llevan a discutir sobre minería de sobrevivencia, que incluye la minería artesanal, y algunos casos de pequeña y mediana minería. Esta minería obedece a lógicas económicas que muchas veces no implican procesos de acumulación de capital, sino que están articuladas a formas adaptativas de comunidades o procesos organizativos en zonas periféricas. (Pulido, 2015)

Caso diferente es la minería extractiva, la cual se fundamenta en las fuerzas de mercado, en la demanda de países desarrollados y emergentes que encuentran en el oro y otros minerales la cúspide de la sociedad de consumo y de nuevos procesos de industrialización, y que, a su vez, pregonan públicamente el discurso del desarrollo sostenible. Por ejemplo, el 50% del oro del mundo se dedica a joyería y a artículos de lujo, del cual una parte significativa se demanda en China e India, mientras que el restante del oro se utiliza en lingotes como reserva monetaria y cerca del 10% se utiliza en artículos de alta tecnología (World Gold Council, 2022). Adicionalmente, esta actividad encuentra grandes posibilidades de mercado y acumulación de riqueza; allí tenemos importantes ventas de joyería en Asia alcanzaron en 2010 la suma de 38 mil millones de dólares, de acuerdo con el Concejo Mundial de Oro.

En el caso colombiano, los procesos de minería de sobrevivencia y pequeña minería que se presentan a lo largo y ancho del país están caracterizados por plantear su actividad como una respuesta de adaptación a los territorios, que por lo general son zonas de frontera agrícola, establecidos por indígenas, afros o campesinos (Pulido, 2015). En estos casos las actividades mineras se presentan como una alternativa de ingresos, que por lo general está acompañada de prácticas como la agricultura, la pesca, o la cacería. Este tipo de minería suele estar regulado por mecanismos locales de autogobierno o por las mismas limitaciones impuestas por las pocas o e incluso deficientes tecnologías que son utilizadas, además, se

desarrollan como una respuesta a necesidades básicas que surgen con la ausencia del Estado, que son para el sustento de la región y para el proyecto de vida de la comunidad. (Pulido, 2015).

Sobre la protección a la minería tradicional y a los pequeños mineros, así como las comunidades de esos territorios, se pueden encontrar diferentes sentencias de la Corte Constitucional protegiendo los derechos de los pequeños mineros con respecto a las grandes mineras, pues se reconoce la minería artesanal y a pequeña escala como uno de los aspectos esenciales para el desarrollo de las comunidades y el fortalecimiento del tejido comunitario y la organización social; por ejemplo, en Sentencia de Unificación de Jurisprudencia SU-133/17, la Sala Plena de la Corte Constitucional estableció que todas las personas, familias y comunidades potencialmente afectadas por la minería, tienen derecho a participar de manera libre, informada y efectiva en la definición de sus impactos, aunque no reivindiquen una identidad étnicamente diversa. Lo anterior, “en virtud del carácter universal y expansivo que la Constitución le atribuye al principio de participación ciudadana, cuya doble condición de fin esencial del Estado y derecho fundamental se proyecta sobre todo el ordenamiento jurídico” (Corte Constitucional. Sentencia SU133, 2017). En el caso concreto, la Corte protegió el derecho fundamental de los habitantes de Marmato y de los mineros tradicionales de ese municipio a participar de las decisiones mediante las cuales se autorizó la cesión de los derechos mineros amparados por el título CHG-081, ubicado en la zona alta del cerro El Burro, a varias compañías que hacen parte del grupo empresarial Gran Colombia Gold (Corte Constitucional. Sentencia SU133, 2017).

Otro caso conocido se encuentra en la cuenta del río Atrato, donde en la misma Corte en su sentencia T-622 reconoció que “Las comunidades han hecho de la cuenca del río Atrato no solo su territorio, sino el espacio para reproducir la vida y recrear la cultura; se encuentran asentadas a lo largo del alto y medio Atrato- y están organizadas a través de los siguientes Consejos Comunitarios: (i) el Consejo Comunitario Mayor de la Organización Popular Campesina del Alto Atrato -Cocomopoca- que está integrado por 3.200 familias afrodescendientes congregadas en 43 comunidades con 73.000 hectáreas tituladas como territorios colectivos; (ii) el Consejo Comunitario Mayor de la Asociación Campesina Integral del Atrato - Cocomacia- compuesto por 120 comunidades afrodescendientes con 695.245 hectáreas tituladas como territorios colectivos , así como la Asociación de Consejos Comunitarios del Bajo Atrato -Asocoba- y el Foro Inter-étnico Solidaridad Chocó -FISCH- (compuestos por 47 organizaciones), quienes han habitado en sus territorios ancestralmente y en los que han establecido sus formas tradicionales de vida a través de la agricultura, la caza, la pesca y la minería artesanal, actividades con las que garantizan su abastecimiento total de alimentos, que ahora -a juicio de los accionantes- se encuentra en peligro por el desarrollo intensivo de actividades mineras y de explotación forestal ilegales, en una región que ha sufrido los rigores de la guerra y del desplazamiento forzado en el marco de la intensificación del conflicto armado interno” (Corte Constitucional. Sentencia T-6222, 2016).

Estos reconocimientos, impregnan elementos políticos sobre las actividades económicas en las regiones, y permiten que las comunidades puedan priorizar sus procesos productivos sobre las grandes obras de explotación que se dinamizan según las lógicas del mercado internacional.

6. MARCO CONCEPTUAL

Actualmente no existe una definición mundialmente aceptada sobre el término de “minería artesanal”. Algunos autores la asocian con el uso de métodos manuales o con equipos muy simples, o también con la minería que es realizada por mineros individuales o empresas pequeñas con una producción limitada. En el país, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la entiende como “aquella minería que la ejercen personas en la informalidad, que poseen muy baja capacidad de gestión y cuentan con tecnología precaria”(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS- & Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente -PNUM-, 2012). En cuanto a la pequeña minería, según el Ministerio de Minas y Energía para los metales preciosos como el oro o la plata, es aquella donde se producen hasta 15.000 toneladas por año cuando se trata de extracción subterránea, mientras que, cuando se trata de explotación a cielo abierto, se considera pequeña minería hasta los 250.000m^3/año.

En nuestro trabajo partiremos de caracterizar la pequeña minería en cuanto a explotación de oro y platino como aquella que corresponde a las prácticas de las diferentes comunidades asentadas en la geografía nacional; bajo la concepción del sustento para sus familias, eso implica que se extraen pequeñas cantidades, y para la adquisición de un mínimo vital sin la mirada puesta en el enriquecimiento, con métodos manuales o con equipos simples.

Otro concepto a tener en cuenta para este trabajo es el Plan de Manejo Ambiental, el cual es definido en el Decreto 1076 de 2015 como “el conjunto detallado de medidas y actividades, que producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad”.

Para el proceso de producción minera se tiene en cuenta lo desarrollado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Minas y Energía (Decreto 1073 de 2015). Allí, se establece que la producción minera se refiere a la cantidad neta de mineral(es) de interés económico en un yacimiento, obtenida en su respectivo proceso de beneficio minero, si fuera el caso, o en su fase extractiva de no ser necesario su beneficio. Estas cantidades son declaradas en unidades de volumen o de peso, tales como: metros cúbicos, toneladas, gramos, onzas, entre otras.

A continuación, se presentan algunos términos de importancia técnica para el desarrollo de este trabajo.

Terminología fundamental

FILÓN: Parte del estrato de roca, veta filón o capa que sobresale del terreno o se encuentra recubierta de depósitos superficiales, la cual contiene masa de mineral que rellena una antigua grieta de las rocas de un terreno. (Ministerio de Minas y Energía, 2003)

VETA: Cuerpo de roca tabular o laminar que penetra cualquier tipo de roca. Se aplica este término particularmente para intrusiones ígneas de poco espesor como diques o silos y cuyos componentes más comunes son cuarzo o calcita. Muchos depósitos de mena

importantes se presentan en formas de vetas junto con otros minerales asociados. (Ministerio de Minas y Energía, 2003)

ROCA CAJA: Roca que rodea el depósito, por ejemplo las rocas a ambos lados de la veta. (Ministerio de Minas y Energía, 2003)

TAMBOR: Pozo vertical o inclinado que se profundiza desde un punto interno de una mina. (Ministerio de Minas y Energía, 2003)

BUZAMIENTO: Ángulo de inclinación que forma un filón, estructura o capa rocosa con un plano horizontal, medido perpendicularmente a la dirección o rumbo del filón. (Ministerio de Minas y Energía, 2003)

ALMÁDANA: Mazo de hierro con un mango largo para romper piedras. (Ministerio de Minas y Energía, 2003)

TENOR: Relación que existe entre la cantidad másica o volumétrica de mineral de interés, o útil (oro), respecto de la cantidad másica o volumétrica en la mena. Se puede expresar en gramos de mineral útil por tonelada de material total (g/t, g/m3). (Ministerio de Minas y Energía, 2003)

GANGA: Minerales que no presentan interés económico en un yacimiento, aquella parte de una mena que no es económicamente deseable, pero que no puede ser desechada en minería. Ella es separada de los minerales de mena durante los procesos de concentración. (Ministerio de Minas y Energía, 2003)

Proceso de extracción

La extracción se desarrolla por medio de 3 labores: de desarrollo, de preparación y de explotación. Las labores de desarrollo corresponden a la etapa previa a la preparación y comprende las labores mineras encaminadas a crear los accesos y vías internas que permiten llegar a comunicar al depósito con el fin de preparar la extracción y el transporte de este. Las secciones más utilizadas son la trapezoidal y la de bóveda.

Las características que hacen especiales las explotaciones subterráneas incluyen un amplio número de características como: la iluminación, donde se trabaja con luz artificial y muy escasa en muchas ocasiones; las condiciones de temperatura, humedad, etc, pueden suponer condiciones de trabajo más incómodas y generar condiciones adversas que facilitan el deterior de los equipos y los trabajadores; la existencia de polvo, gases nocivos o grisú en algunos casos; y los espacios reducidos por los que deben desenvolverse el personal y maquinaria móvil pueden generar situaciones de riesgo. (Herrera Herbert, 2019)

Las labores de preparación se desarrollan por medio de galerías, las cuales pueden definirse como las cavidades subterráneas que se hacen de forma natural o artificial cuya inclinación es horizontal o casi horizontal (Arkiplus, s/f), estas inician donde el túnel o el pozo de acceso corta los diferentes filones, estas vías siguen el rumbo de los filones, el espesor de estas labores depende básicamente del espesor del filón.

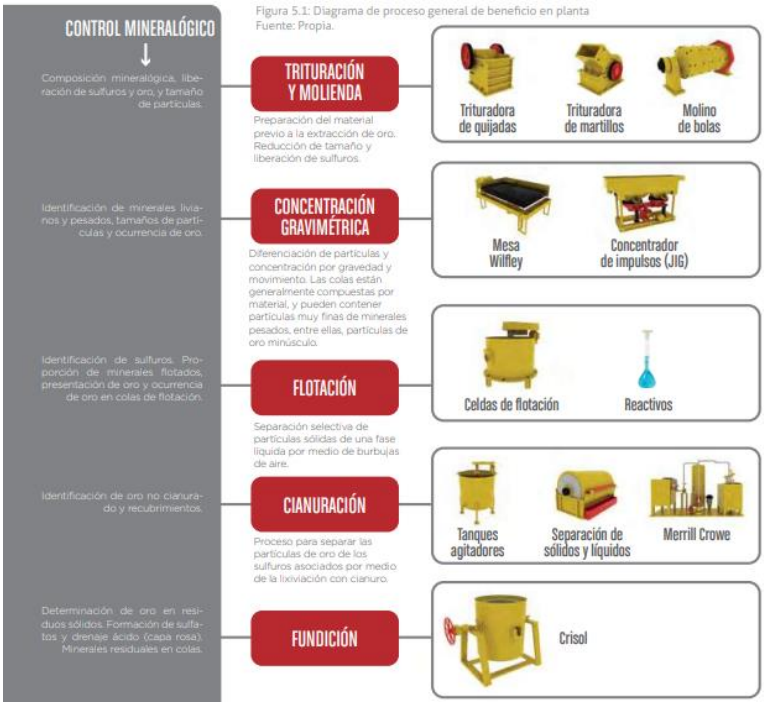
Finalmente, las labores de explotación se realizan cuando el bloque a explotar se encuentra preparado por los tambores, allí se sigue el rumbo del filón con sección rectangular. Los métodos de explotación utilizados pueden ser de diferentes tipos, donde principalmente se encuentran las explotaciones por relleno, en las que los huecos que van quedando en la

parte posterior de los frentes de explotación se rellenan con materiales estériles, traídos desde la superficie o generados durante las labores de excavación de galerías en roca; y las explotaciones por hundimiento, en las que se provoca el hundimiento controlado de los macizos existentes por encima de los huecos de explotación y que van quedando cubiertos. (Herrera Herbert, 2019). Para este proyecto las labores de explotación están dadas por métodos manuales, pues como se ha mencionado corresponde a procesos artesanales y a pequeña escala.

Proceso de beneficio

El proceso de beneficio para separar el oro de las rocas y otros minerales sin utilizar mercurio tiene las siguientes etapas: trituración y molienda, concentración gravimétrica, flotación, cianuración y fundición.

Ilustración 1. Proceso de beneficio de oro sin mercurio



Fuente: SGC y Ministerio de Minas y Energía, 2018

Trituración

Es el conjunto de operaciones cuyo objeto es reducir de tamaño grandes trozos de material a fragmentos, para facilitar las operaciones subsiguientes (transporte, etc.). El fin principal es entregar a la molienda, en diferentes etapas, un tamaño de partícula lo más reducido posible. Los procesos en las máquinas trituradoras se dividen convencionalmente en trituración primaria (gruesa) y trituración secundaria (media y fina). Para la trituración gruesa se utiliza la trituradora de quijadas, donde el material se tritura mediante compresión, con combinación con la penetración, y por la flexión entre las quijadas fija y móvil; para la trituración fina se utiliza la trituradora de martillos, la cual aprovecha la energía de impacto o golpe para romper el material, y puede llegar a generar tamaños tan pequeños de hasta 10mm.

Molienda

Es la operación final del proceso de conminución, y consiste en reducir de tamaño partículas procedentes de la trituración media o fina (con dimensiones por debajo de 20 mm) hasta un tamaño que se encuentra en el rango 28-200 mallas Tyler en la molienda gruesa, y menores de 325 mallas en la molienda fina. Los molinos rotatorios se componen de un tambor cargado aproximadamente en un 45% de su volumen con medios moledores (bolas de acero, barras y cilindros de acero o guijarros, etc.). Durante la rotación del tambor, estos son arrastrados conjuntamente por la superficie de las paredes y luego se deslizan o caen libremente y muelen el material por impacto, aplastamiento y fricción. (SGC y Ministerio de Minas y Energía, 2018)

Amalgamación

Esta parte del proceso se desarrolla cuando se utiliza mercurio, este elemento se adhiere al oro, formando una amalgama que facilita su separación de la roca, arena u otro material. Luego se calienta la amalgama para que se evapore el mercurio y quede el oro. Se usan varias técnicas diferentes que liberan distintas cantidades de mercurio (PNUMA, 2008).

Clasificación granulométrica

El proceso de división de los sólidos a granel en clases según el tamaño, mediante el cernido a través de uno o varios tamices, se denomina clasificación granulométrica. La clasificación granulométrica se efectúa con un movimiento relativo del material y la superficie del tamiz. Como resultado se obtienen dos productos: partículas que pasan a través del tamiz y partículas que quedan en la parte superior del tamiz. (SGC y Ministerio de Minas y Energía, 2018)

Clasificación hidráulica

Esta operación de clasificación se caracteriza por el uso de agua adicional a la de la pulpa de alimentación, introducida de manera que la dirección de su flujo se oponga a la dirección de las partículas que se están realimentando. En la minería de oro se suelen emplear genéricamente dos tipos de clasificadores hidráulicos: los clasificadores hidráulicos de corriente horizontal accionados mecánicamente y los hidrociclones. (Servicio Geológico Colombiano -SGC- & Ministerio de Minas y Energía, 2018)

El hidrociclón es un equipo que se emplea, entre otras cosas, para clasificar partículas de relativamente bajo tamaño (entre 300 y 5 micrones, aproximadamente). El hidrociclón es un equipo bastante simple en su forma, cuyo funcionamiento es el siguiente: la pulpa entra con una alta velocidad tangencial, la que crea un vórtice, las partículas, debido a este movimiento circular, se ven sometidas a dos fuerzas: la fuerza centrífuga, que lanza las partículas hacia las paredes del hidrociclón; esta fuerza es producto del movimiento curvilíneo. La otra fuerza es la centrípeta, dirigida, como su nombre lo indica, al centro del equipo. La diferencia de presión entre el vórtice y su centro origina una fuerza que trata de llenar el vacío. Ahora, si al vórtice formado por la pulpa se le introduce un tubo en la parte superior (buscador de vórtice), por este comienza a ascender dicha pulpa y a evacuar el hidrociclón. Por lo tanto, queda un equipo con una entrada tangencial y dos salidas: una superior que se denomina rebalse, y otra inferior que se denomina descarga. Entonces, como el buscador del vórtice está ubicado en el centro, por él va a evacuarse el material

fino, mientras que por la descarga saldrán las partículas más gruesas de la distribución granulométrica que ingreso al equipo. (Servicio Geológico Colombiano -SGC- & Ministerio de Minas y Energía, 2018)

Concentración de minerales por gravimetría

La concentración gravimétrica puede definirse como la separación de dos o más especies de minerales con diferente peso específico (diferente densidad), causada por el movimiento relativo, bien sea en un medio acuoso o de aire, debido a la respuesta de los sólidos a las fuerzas gravitacionales, de arrastre y empuje. Para que exista una buena separación debe tenerse en cuenta que no hay que alimentar las máquinas de concentración con distribuciones granulométricas muy amplias, es decir, en las que haya desde partículas muy finas a partículas muy gruesas. El objetivo de la concentración es elevar el tenor de una especie mineralógica de un metal u otro material en el concentrador, partiendo del tenor de alimentación. De esta manera se enriquece el mineral eliminando la ganga (mineral no útil) y minimizando las pérdidas de mineral útil en cuanto sea posible. (Servicio Geológico Colombiano -SGC- & Ministerio de Minas y Energía, 2018)

La Mesa de concentración Wilfley es uno de los equipos más utilizados, consiste en una mesa ligeramente inclinada, sobre la cual la alimentación con un porcentaje de casi un 25% en peso de sólidos se introduce en la caja de alimentación y se distribuye por medio del agua de lavado que se introduce a lo largo de la superficie por el lado de la alimentación. La mesa vibra longitudinalmente por medio del mecanismo, lo que produce un desplazamiento lento hacia la izquierda y un retorno rápido hacia la derecha. Esto hace que las partículas minerales se arrastren lentamente a lo largo de la cubierta paralela en dirección del movimiento más lento. (Servicio Geológico Colombiano -SGC- & Ministerio de Minas y Energía, 2018)

Las partículas se mueven diagonalmente a través de la cubierta desde el extremo de alimentación. Las más pequeñas y pesadas viajan con mayor velocidad hacia el punto de recolección, en el extremo distante, mientras que las partículas más ligeras y grandes son conducidas al lugar de recolección de colas. Se usan colectores con separadores ajustables para recibir el producto concentrado, medios (mezcla de concentrado y ganga) y colas (ganga liberada). (Servicio Geológico Colombiano -SGC- & Ministerio de Minas y Energía, 2018)

Flotación

La flotación espumante se basa en la capacidad que tiene la superficie de un sólido de ser humectada o no por el agua. Cuando dicho sólido se deja humectar, se dice que es hidrofílico (adsorbe agua en su superficie), mientras que si no se deja mojar, es hidrofóbico. Al introducir estos últimos en agua, sus superficies no formarán enlaces con los grupos polares; por ende, en presencia de una burbuja que asciende, este se adhiere y la acompaña a flotar en la superficie. Para retirar este mineral es necesario agregar un reactivo químico (tensoactivo) que disminuye la tensión superficial del agua y permite el paso de las partículas. Este tensoactivo produce una fase de espuma que se puede retirar con una paleta, de forma manual o mecánicamente. Debido a que la gran mayoría de minerales son hidrófilos, es necesario agregar otro reactivo que se adsorba selectivamente sobre la superficie de las partículas de interés. Este reactivo se denomina agente colector, y es de

enorme importancia en la operación. (Servicio Geológico Colombiano -SGC- & Ministerio de Minas y Energía, 2018)

Cianuración

El proceso de lixiviación de oro con cianuro es el principal método desarrollado para extraer el metal, y es utilizado en prácticamente todas las grandes operaciones mineras del mundo. Las razones para su gran aceptación son tanto económicas como metalúrgicas. En general, con este método se recupera más metal que con el proceso de amalgamación, y es más seguro y simple de operar que procesos con cloro o bromo. La barra de oro final resultante de la operación es prácticamente pura. El proceso de cianuración se basa en el hecho de que las soluciones de cianuro de potasio o sodio tienen una disolución preferencial hacia las partículas de oro metálico que hacia otros materiales. (Servicio Geológico Colombiano - SGC- & Ministerio de Minas y Energía, 2018)

7. METODOLOGÍA

Para el cumplimiento de los objetivos, esta pasantía contará con una metodología participativa y descriptiva, que permita: (1) hacer una valoración inicial sobre el territorio y el cumplimiento de las medidas de manejo establecidas en los PMA, partiendo del trabajo de campo hecho por GEA y los aportes de la comunidad y trabajadores de las zonas de explotación minera, (2) describir con información secundaria algunos componentes de las zonas en las que se encuentran los títulos mineros LSB-02 y LSB-03, y (3) proponer una hoja de ruta para culminar el proceso de actualización de los PMA que sea pertinente con las posibilidades técnicas, sociales, económicas y prácticas de FEDEAGROMISBOL.

Para iniciar, y con el fin de tener un panorama general sobre los títulos mineros, se revisarán los documentos base suministrados por FEDEAGROMISBOL, los cuales contienen expedientes de la CSB, los Programas de Trabajos y Obras para los títulos LSB-02 y LSB-03 así como sus respectivos Planes de Manejo Ambiental aprobados en el 2007. Esto con permitirá tener un diagnóstico preliminar sobre las actividades que pueden afectar los medios biótico, abiótico y socioeconómico.

Métodos y técnicas

Este trabajo contará con 2 métodos particularmente, los cuales permitan el cumplimiento de los objetivos: de diagnóstico participativo, y cartográfico de investigación.

En el diagnóstico participativo se espera conocer desde el lado más humano y territorial las actividades que en materia ambiental se desarrollan en los títulos mineros.

Este método se pretende desarrollar con diferentes técnicas o herramientas, inicialmente se partirá de un trabajo ya realizado por GEA con los Informes de Cumplimiento Ambiental desarrollados en el año 2022 e inicios del 2023, los cuales permiten conocer el estado actual del cumplimiento de los PMA aprobados a la fecha. Estos ICA se realizaron a partir de información y datos tomados en campo sobre las condiciones biofísicas del territorio y la caracterización del estado actual de las minas.

Esta caracterización se desarrolló a través de una encuesta cualitativa sobre los títulos. Las visitas y preguntas se adelantaron en compañía de los líderes y trabajadores de la comunidad de las minas, y se elaboró un informe con recomendaciones preliminares intervenciones técnica y ambiental.

Tabla 1. Encuesta realizada por GEA para el diagnóstico en campo

Mecanismo de recolección de información en campo	
Sección 1	**Estado de la producción**
● ¿A cuál título minero pertenece el trabajo de explotación? ● ¿A cuál mina pertenece? ● ¿En cuál área se encuentra el trabajo? ¿Le pertenece a otra empresa? ● ¿Qué tipo de trabajo es? ● ¿Cuál es el nombre del trabajo de explotación? ● ¿Cuál es el estado de formalización del trabajo?	

- ¿Cuál es el estado de operación del trabajo?
- ¿En qué fecha da inicio a las actividades?
- ¿Cuáles son las dimensiones de la BM?
- ¿Cuánto material extrae (en estéril y mina) ton/mes?
- ¿Cuánto estéril extrae (ton/mes)?
- ¿Cuál es la frecuencia de trabajo diario?
- ¿Cómo se almacenan los explosivos?
- ¿Cuántas velas de explosivo utiliza diariamente?
- ¿Cuántas quemas de explosivo realiza (Día de trabajo)?
- ¿Cuál es la frecuencia de las quemas?
- ¿Cuál es el método de explotación si no realizan quemas?
- ¿En qué lugar realiza la cianuración?
- ¿Cómo se dispone el estéril (desmonte)?
- ¿Cuál es el método de transporte del material desde la BM?
- ¿Cuál es el método de transporte hacia el entable/planta de beneficio?
- En caso de tener vagoneta ¿Cuáles son sus dimensiones?
- ¿Se presenta ocupación de cauce?
- ¿Se cuenta con laboratorio de análisis del mineral y preparación de soluciones?

Sección 2	**Trabajadores y condiciones de seguridad y salud en el trabajo**

- ¿Cuántos trabajadores hay en BM?
- ¿Cuántos trabajadores hay en entable o planta de beneficio?
- ¿Cuántos trabajadores hay en total?
- ¿Cuántos trabajadores viven en la región?
- ¿Cuántos y cuáles turnos tienen?
- ¿Los trabajadores tienen afiliación a seguridad social?
- ¿Qué Elementos de Protección Personal tienen los trabajadores?
- ¿Se cuenta con compresor para la ventilación en BM?
- ¿Se realiza seguimiento y medición de gases?
- ¿Se capacita el personal en SG-SST (manejo de accidentes y emergencias, etc)?
- ¿Se cuenta con brigada de emergencias y profesionales en SST?
- ¿Se registran accidentes?

Sección 3	**Gestión del riesgo**

- ¿Existen estudios / planes de gestión del riesgo?
- ¿Hay riesgo de remoción en masa?
- ¿Qué medidas se realizan de contención para prevenir remoción en masa?
- ¿Hay riesgos por las crecidas?
- ¿Hay riesgos de incendio?
- ¿Cuántos extintores hay?

Sección 4	**Gestión de residuos**

- ¿Realiza la separación de los residuos que genera?
- ¿Qué manejo realiza de los residuos como plásticos, lonas y ordinarios?
- ¿Qué manejo realiza con los residuos peligrosos (Mechas, detonante y otros)?

Sección 5	Gestión de la electricidad y uso de combustible

- ¿Cómo obtiene la electricidad?
- ¿Cuánto combustible se utiliza? (L/mes)
- ¿Cómo realiza el almacenamiento de combustible?
- ¿Cómo es la bodega o almacén?

Sección 6	Gestión del agua en la explotación de la BM

- ¿Surge agua en la bocamina?
- Si surge agua de la bocamina, ¿Cómo la utiliza?
- ¿Dónde almacena el agua subterránea (material del recipiente de almacenamiento)?
- ¿Cuál es el caudal de agua subterránea captada (L/s)?
- ¿Cuántas pozas o tanques de almacenamiento tiene?
- ¿Cuál es el volumen de almacenamiento de agua subterránea (m3)?
- ¿Cuál es el largo de la manguera de captación de agua subterránea (m)?
- ¿Cuál es el diámetro de la manguera de captación de agua subterránea (pulgadas)?
- ¿El flujo de agua de la captación de agua subterránea es constante?
- ¿Utiliza agua de una fuente superficial externa?
- ¿Cómo usa el agua superficial ¿
- ¿Cuál es el nombre del cuerpo de agua del cual realiza la captación?
- ¿Cuál es el caudal de agua superficial captada(L/s)?
- ¿Dónde almacena el agua superficial que capta?
- ¿Largo de manguera de captación de agua superficial (m)?
- ¿Cuál es el diámetro de la manguera de captación de agua superficial (pulgadas)?

Sección 7	Gestión de la madera

- ¿Qué uso le da a la madera?
- ¿Cuánta madera utiliza al mes? (ton/mes)
- ¿Tiene plan de reforestación?
- ¿Dónde compra la madera?

Sección 8	Beneficio del mineral

- Si es sólo BM, ¿En dónde realiza la molienda del material?
- Si es sólo BM, ¿En dónde realiza la cianuración de las arenas?
- Si es solo entable ¿Cuántas y cuáles BM procesa?
- Si es solo empresa ¿Cuántas y cuáles BM procesa?
- ¿Qué procesos desarrolla para el beneficio del mineral?
- ¿Cuánta cantidad de cianuro sódico utiliza (Lb/mes)?
- ¿Tiene trompos? ¿Cuántos?

- ¿Cuánta cantidad de mercurio (Lb/mes) utiliza?
- En caso de usar mercurio,
    - ¿Tiene retorta de destilación?
    - ¿Cuántas piscinas tiene? ¿Cuáles son las dimensiones de las piscinas?
    - ¿Tiene tapetes? ¿Cuántos?
- ¿Dónde se realiza la fundición?
- ¿Tiene relaves de lodos?
- ¿Cuáles son las dimensiones de los relaves?
- ¿Los relaves cuentan con geomembrana o algún plástico?
- ¿Cómo se realiza el transporte de los lodos a los relaves?
- ¿Los relaves se rebosan?
- ¿Los relaves clausurados tienen cobertura vegetal?
- ¿Se neutralizan las arenas cianuradas?
- ¿Se realiza algún tratamiento a los residuos líquidos antes de verterlos?
- ¿En dónde realiza el vertimiento de residuos líquidos?
- ¿Qué tipo de residuos líquidos vierte?
- ¿De dónde proviene el agua para la molienda?
- ¿De dónde proviene el agua para la cianuración?
- ¿Dónde almacena el agua?
- ¿Cuántas pozas o tanques de almacenamiento de agua superficial tiene?
- ¿Cuál es el volumen de almacenamiento (m3) de agua?
- ¿Cuál es el largo de manguera de captación de agua superficial (m)?
- ¿Cuál es el diámetro de manguera de captación de agua (pulgadas)?
- ¿El flujo de agua de la captación es constante?
- Si no es constante, ¿con que frecuencia utiliza el agua? (h/día)
- ¿Cuántos baños tiene?

Sección 9	**Maquinaria**

- ¿Con qué maquinaria cuenta?
- ¿Cómo genera energía?
- ¿Cuántas plantas eléctricas tiene?
- ¿Cuántas mesas concentradoras tiene?
- ¿Cada cuánto realiza el mantenimiento de la maquinaria?

Fuente: Gestión y Estudios Ambientales Cooperativa Multiactiva (GEA), 2023

En cuanto al método cartográfico de investigación, este consiste en la aplicación de mapas para la descripción, el análisis y el estudio de los fenómenos con el objetivo de obtener nuevos conocimientos, características e investigación de sus interrelaciones espaciales y su predicción (Lizmova, 2007). Para la realización de los mapas se hará uso de algunas herramientas como los softwares de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como ArcGis y QGis,

Análisis visual: es la técnica más aplicable de la investigación por medio de mapas. generalmente tiene en cuenta la característica cualitativa de los fenómenos y se usa en la primera etapa para el conocimiento general del fenómeno estudiado, permite hacer análisis más detallados y destacar las particularidades de las formas y del dibujo de los

fenómenos (la forma de una red hidrográfica, la forma de los lagos) y dar una interpretación completa de estas formas; comparar los tamaños de los objetos, establecer las regularidades de distribución (zonificación de vegetación), carácter uniforme de fenómenos (uso de suelos), etc. (Lizmova, 2007).

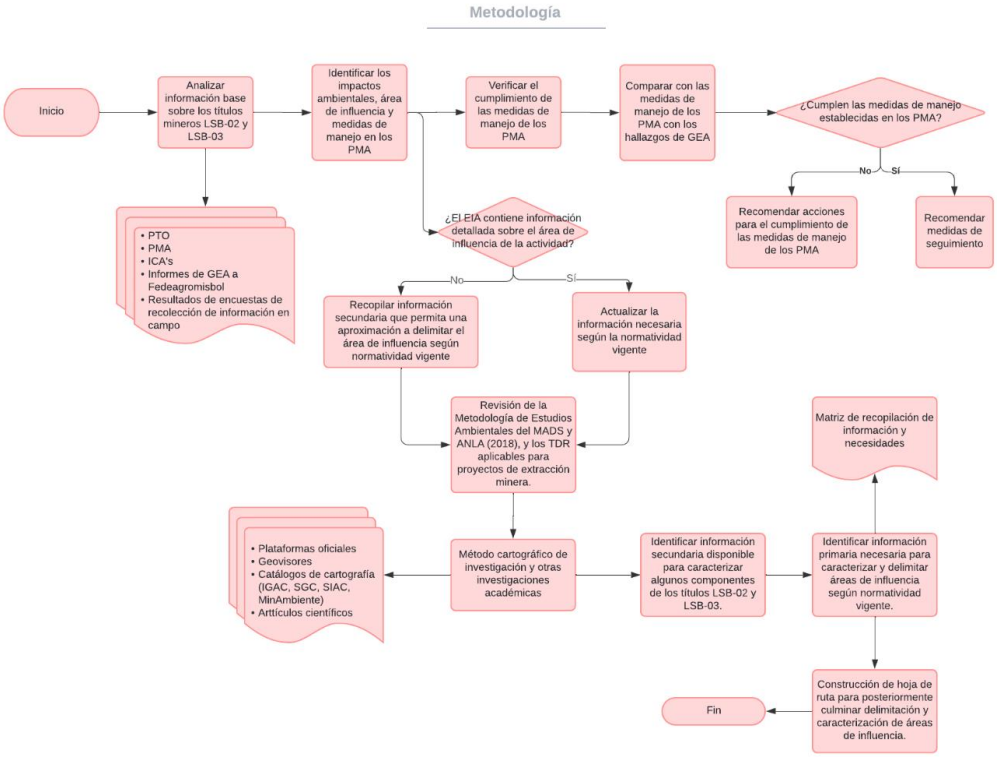
Análisis cartométrico: consiste en las mediciones y cálculos de las características cuantitativas de los fenómenos, con una evaluación de la precisión de los resultados finales. Estudia algunos aspectos como: Coordenadas, distancias, longitudes, alturas (cotas), volúmenes, ángulos, áreas, etc. (Lizmova, 2007).

Para el levantamiento de información cartográfica y estadística principalmente serán usadas herramientas como plataformas, geovisores y catálogos de cartografía de las diferentes entidades e instituciones del Estado como el IGAC, el SGC, SIAC, entre otras.

Finalmente, para construir la hoja de ruta que permita que FEDEAGROMISBOL culmine el proceso de caracterización y delimitación de las áreas de influencia, la herramienta será una matriz que recopile al menos 2 aspectos: qué información secundaria se encuentra disponible y con qué nivel de detalle, y qué información de carácter primario se debe levantar según la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales desarrollada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales en el 2018, así como los Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental en Proyectos de Explotación Minera.

Este ejercicio culminará con una serie de recomendaciones sobre la información de carácter primario que sea de más fácil levantamiento para FEDEAGROMISBOL, teniendo presente la situación social, económica y política de la zona, y que se encuentra consignada en los informes de GEA, así como en diferentes comunicados y artículos de prensa que han publicado desde la Federación.

Ilustración 2. Metodología



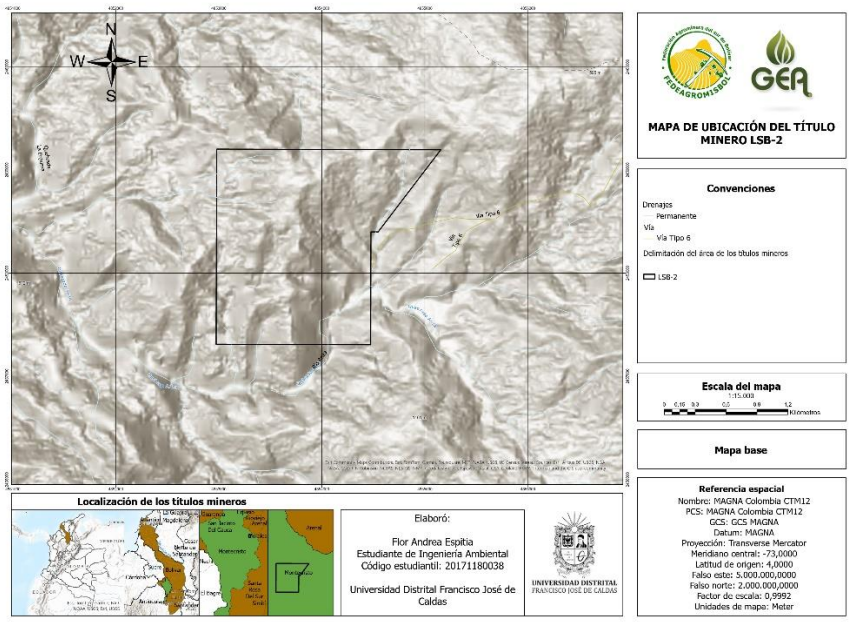
Fuente: Elaboración propia (2024)

8. RESULTADOS

Los títulos mineros LSB-2 y LSB-3 se encuentran colindantes uno del otro, tal como se puede observar en los mapas anexos.

Con respecto al título minero LSB-2, este se ubica en la vereda Mina Piojo, municipio de Montecristo, Departamento de Bolívar, Colombia (Ver Ilustración 3) que corresponde a la parte occidental de la Serranía de San Lucas, estribaciones finales de la Cordillera Central.

Ilustración 3. Mapa de localización del Título Minero LSB-02



Fuente: Elaboración propia (2024)

El área de del contrato de concesión se encuentra demarcada por las siguientes coordenadas planas de Gauss (ver tabla 2). Con un total de 313,24 hectáreas.

Tabla 2. Poligonal del Título Minero LSB-02

Punto inicial	Punto final	Norte	Este
1	2	1391514,82	971613,79
2	3	1393406,95	971613,79
3	4	1393406,95	973789,70
4	5	1392609,09	973183,85
5	6	1392609,09	973114,00
6	1	1391514,82	971613,79

Fuente: PTO, 2022

Dentro de este título minero se encuentran diferentes empresas y trabajos, los cuales son:

- Minera Génesis S.A.S
- Trabajos Pedro – Luz Mary
- Trabajos Cristian – Osvaldo
- Trabajos Blas Tolosa

- Mina El Castillo

Por otra parte, según el PTO se habla de una única bocamina, La Bocamina el Castillo, la cual parte a manera de inclinado desde el título minero LSB-02, atraviesa el titulo 2007 y actualmente desarrolla las labores de explotación dentro del título minero LSB-2.

Tabla 3. Coordenadas Bocaminas PTO LSB-02

Punto	Norte	Este	Altura
Bocamina Nueva-Inclinado	1392441,2930	973275,8662	845

Fuente: PTO, 2022

Sin embargo, según el trabajo de campo desarrollado por GEA – Cooperativa Multiactiva, en el marco del proceso de diagnóstico fueron identificados trabajos de carácter informal que realizan las actividades de beneficio del mineral en denominados entables: Trabajos Pedro – Luz Mary, Trabajos Cristian - Osvaldo y Trabajos Blas Tolosa, así como las bocaminas correspondientes al operador minero Génesis:

Tabla 4. Coordenadas Bocaminas ICA LSB-02

Punto	Norte	Este
Trabajos Pedro – Luz Mary	2459038,6	4852940,6
Trabajos Cristian - Osvaldo	2459077,19	4852939,19
Trabajos Blas Tolosa	2459051,13	4852962,67
Mina El castillo	2458241,36	4854636,74
Mina Génesis	2459102,99	4853026,18

Fuente: GEA, 2023

Es de aclarar que en el PTO se encuentran georreferenciados y descritas las labores mineras de dos operadores Mina El Castillo y Génesis, mientras que el restante de trabajos informales no se encuentra caracterizados, sin embargo, se tratan de gestionar desde FEDEAGROMISBOL.

Síntesis de las especificaciones técnicas del proyecto

Tabla 5. Características técnicas LSB-02

Característica		Compañía Minera Génesis S.A.S	Mina Castillo
Textura de mineralización		Rellenos de espacio abierto	
Elementos de la mena		Oro y plata	
Alteración del yacimiento		Sericitización y argilización	
Volúmenes recursos indicados (ton)		92742,86	118204,12
Volúmenes recursos inferidos (ton)		93061,08	119175,86
Metodología de explotación		Tambores en diagonal sin relleno	Tambores en diagonal sin relleno
Consumo de explosivos	**INDUGEL (kg)**	124,32	
	ANFO (kg)	124,32	
	Mecha Lenta (m)	2500	

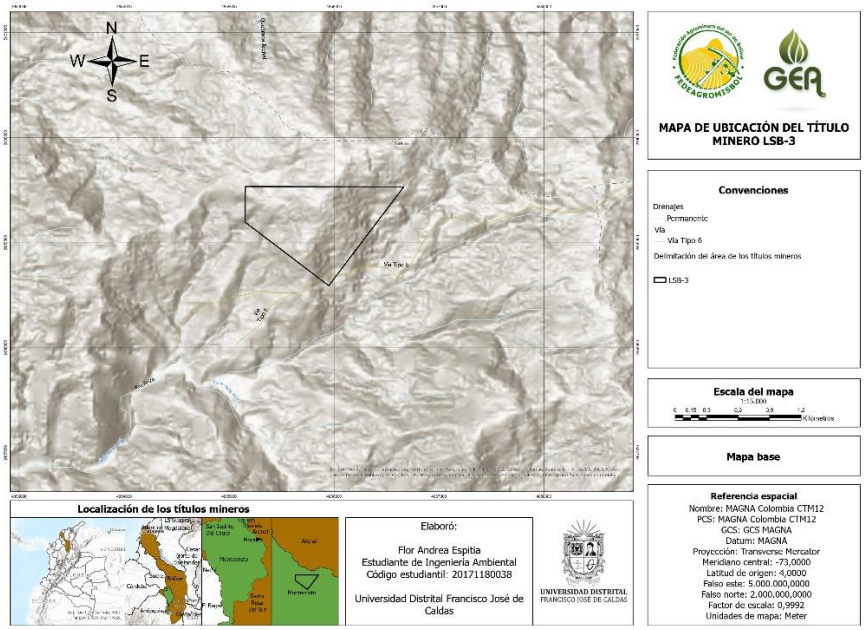
	Fulminantes (unidad)	1500
	Cordón detonante (m)	2500
Volumen de agua (desagüe)		Con el fin de conducir el agua proveniente de los frentes de explotación de manera eficiente se construirá las galerías con pendientes de 0.5% la cual es suficiente para que el agua sea evacuada mediante las cunetas, hasta el pozo ubicado en el inclinado principal donde se evacuara mediante una bomba sumergible. Teniendo en cuenta que aproximadamente 100 m3/día es la cantidad de agua desalojada por día actualmente, con una diferencia de cota de 64,41 metros, por lo cual el pozo de bombeo será en la Sobreguia dos con una diferencia de cota de 16 metros por lo tanto se tiene una proyección de 110m3/día.
Ventilación (m3/min)		El caudal de aire total necesario para la respiración del personal, evacuar polvos y diluir los gases por voladura es de 198,17 m3/min

Fuente: PTO, 2022

Pese a que en el título minero se encuentran más zonas y minas de explotación, estas no hicieron parte del estudio en los PTO por la cantidad de mineral explotado, que se refleja también en la tecnificación de estos trabajos y la cantidad de personal allí, el cual es menor a las Minas Génesis y El Castillo.

El título minero LSB-3 se ubica en la vereda Mina Unión, municipio de Montecristo, Departamento de Bolívar, Colombia (Ver Ilustración 4) que corresponde a la parte occidental de la Serranía de San Lucas, estribaciones finales de la Cordillera Central.

Ilustración 4. Mapa de localización Título Minero LSB-03



Fuente: Elaboración propia (2024)

El área de del contrato de concesión se encuentra demarcada por las siguientes coordenadas planas de Gauss (ver tabla 6). Con un total de 84,76 hectáreas.

Tabla 6. Poligonal Título Minero LSB-03

Punto inicial	Punto final	Norte	Este
1	2	1393746,99	975300,00
2	3	1393746,99	973789,70
3	4	1393406,95	973789,70
4	1	1392804,10	974587,56

Fuente: PTO, 2022

Dentro de este título minero se encuentran diferentes empresas y trabajos, los cuales son:

- Trabajo Los Naranjos
- Trabajo de Gildardo
- Trabajo de Lucho

Estos últimos dos no cuentan con información completa, pues se encuentran inactivos.

Por otra parte, a diferencia del LSB-02, en el PTO del LSB-03 no se encuentra georreferenciada ninguna bocamina, pero según el según el trabajo de campo desarrollado por GEA – Cooperativa Multiactiva, en el marco de la realización de los Informes de Cumplimiento Ambiental, se georreferencia la bocamina del trabajo Los Naranjos

Tabla 7. Coordenadas Bocamina ICA LSB-03

Punto	Norte	Este
Mina Unión	2459128,97	4855112,49

Fuente: GEA, 2023

Síntesis de las especificaciones técnicas del proyecto

Tabla 8. Características técnicas LSB-03

Característica		Mina Unión
Forma y profundidad de formación del yacimiento		Superficial hasta 1000 m, vetas delgadas hasta anchas, diseminaciones y reemplazamientos
Textura de mineralización		Rellenos de espacio abierto
Elementos de la mena		Oro y plata
Alteración del yacimiento		Sericitización y argilización
Volúmenes recursos indicados (ton)		304703,23
Volúmenes recursos inferidos (ton)		305543,20
Metodología de explotación		Tambores en diagonal sin relleno
Consumo de explosivos	**INDUGEL (kg)**	124,32
	ANFO (kg)	124,32
	Mecha Lenta (m)	1250
	Fulminantes (unidad)	750
	Cordón detonante (m)	1500
Volumen de agua (desagüe)		Con el fin de conducir el agua proveniente de los frentes de explotación de manera eficiente se construirá las galerías con pendientes de 0.5% la cual es suficiente para que el agua sea evacuada mediante las cunetas, hasta el pozo ubicado en el inclinado principal donde se evacuara mediante una bomba sumergible. Teniendo en cuenta que aproximadamente 100 m3/día es la cantidad de agua desalojada por día actualmente, con una diferencia de cota de 64,41 metros, por lo cual el pozo de bombeo será en la Sobreguia dos con una diferencia de cota de 16 metros por lo tanto se tiene una proyección de 110m3/día.
Ventilación (m3/min)		El caudal de aire total necesario para la respiración del personal, evacuar polvos y diluir los gases por voladura es de 198,17 m3/min

Fuente: PTO, 2022

8.1. Planes de manejo ambiental

El Decreto 1076 de 2015 define los PMA así:

> ***Plan de Manejo Ambiental:*** *Es el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se*

causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad.

El plan de manejo ambiental podrá hacer parte del estudio de impacto ambiental o como instrumento de manejo y control para proyectos obras o actividades que se encuentran amparados por un régimen de transición.

Además, según el mismo decreto, el PMA es sujeto de control u seguimiento con el fin de:

1. Verificar la eficiencia y eficacia de las medidas de manejo implementadas en relación con el plan de manejo ambiental, el programa de seguimiento y monitoreo, el plan de contingencia, así como el plan de desmantelamiento y abandono y el plan de inversión del 1 %, si aplican.

2. Constatar y exigir el cumplimiento de todos los términos, obligaciones y condiciones que se deriven de la licencia ambiental o plan de manejo ambiental.

Como se explicó en la sección de Antecedentes y Justificación, los PMA de los títulos mineros fueron elaborados en el 2007, con una estructura que en general contiene:

- Planeación ambiental para la ejecución del PTO
- Manejo del Medio Físico
- Manejo del medio Biótico
- Plan de Cierre
- Plan de Contingencia
- Plan de Monitoreo y Seguimiento del Proyecto

Es importante indicar que esta estructura no contempla uno de los medios que se encuentran establecidos en la normatividad actual: el medio socioeconómico; ello quiere decir que, en general, la estructura de los PMA vigentes no se encuentra armonizada ni tiene los contenidos exigidos por el Metodología para presentación de Estudios Ambientales del ANLA.

Teniendo esto claro, en este apartado se realizó el respecto análisis sobre el cumplimiento de las medidas de manejo establecidas en el PMA vigente de cada título.

Para esto es importante tener en cuenta que en ambos títulos la evaluación ambiental es igual, lo anterior dado por la cercanía de un título con respecto al otro, y las posibles similitudes en términos bióticos, abióticos y socioeconómicos al momento de hacer la evaluación. Sin embargo, esto también ocurre por la falta de rigurosidad para realizar trámites ambientales de esta índole, en donde no se evidencia una diferenciación entre las posibles dinámicas e impactos de ambos títulos.

Los PMA de los títulos parten de hacer la evaluación ambiental por medio de lo que se denominó Matriz CAUSA-EFECTO, la cual entre otras cosas evaluaba diferentes componentes ambientales afectados, que para la fecha de expedición del PMA establecieron los mayores impactos positivos y negativos en:

1. Componente edáfico: Dado por la remoción de la cobertura vegetal en el área de trabajo y afectando el potencial agrológico del suelo,

2. Componente hídrico: Por las lluvias y la escorrentía que podría arrastrar sedimentos hasta las corrientes de agua.
3. Fauna y Flora: Relacionados directamente con los ruidos producidos con la maquinaria, aumento de sedimentos en cuerpos hídricos, alteración de ciclos reproductivos y alteración del paisaje generando procesos de migración de especies.
4. Componente atmosférico: Las emanaciones gaseosas producto de la combustión de motores a gasolina y A.C.P.M, el polvo, y el ruido originado por los equipos.
5. Componente socio-cultural y económico: dado por la generación de expectativas en el mejoramiento en la calidad de vida, los conflictos sociales, culturales y políticos dados por el cambio en los modos de vida, y dentro de los impactos positivos la generación de empleo.

Para ambos títulos se obtuvieron los mismos resultados en las matrices de identificación de impactos ambientales, la cual se presenta de continuación:

Tabla 9. Resultados de matriz de identificación de impactos ambientales para los Títulos LSB-02 y LSB-03

		Atmósfera			Agua superficial				Suelo		Vegetación			Procesos Dinámicos				Paisaje		Uso suelo		Indicadores Socioeconóm			
OPERACIONES	**ACTIVIDADES QUE EJERCEN PRESIÓN**		Ruido		Carac. Físico químicas	Carac. Biótica	Cudales	Estabilidad de cauce	Estructura	Estabilidad	Especies ycomunidades	Biomasa	Capacidadregeneracion	Inundación	Erosión	Sedimentación	Inestabilidad	Estructura	Calidad	Clase	Potencialidad	Expectativas	Conflictos	Nivel de vida	Empleo
1.Fase de iniciación	a. Inmigración de población										■	■							■			■	■		
	b. Ubicación de zonas mineras		■																	■	■	■	■		
2. Fase de Preparación	a. Remoción de Vegetación		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■		■	■	■		■
	b. Instalación de campamentos.			■	■					■	■	■			■	■	■	■	■			■	■		■
	c. Instalación de equipos		■																			■			■
	d. Etapa de desarrollo		■							■	■						■	■	■		■	■			■
	e. Etapa de preparación		■							■	■	■					■	■	■		■	■		■	■
3. Fase explotación	a. Arranque del mineral		■		■					■	■	■		■		■	■				■		■	■	■
	b. Transporte interno (mineral y estéril)								■																■
	c. Construcción de Botaderos			■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■						■
4. Fase de beneficio	a. Amalgamación	■	■		■	■			■		■	■			■	■		■	■	■	■	■	■	■	■
	b. Cianuración				■	■									■	■	■					■	■	■	■

Fuente: PMA de los títulos LSB-O2 y LSB-03 (2007)

Con respecto a la clasificación final de los impactos ambientales, se establecieron diferentes categorías para el análisis:

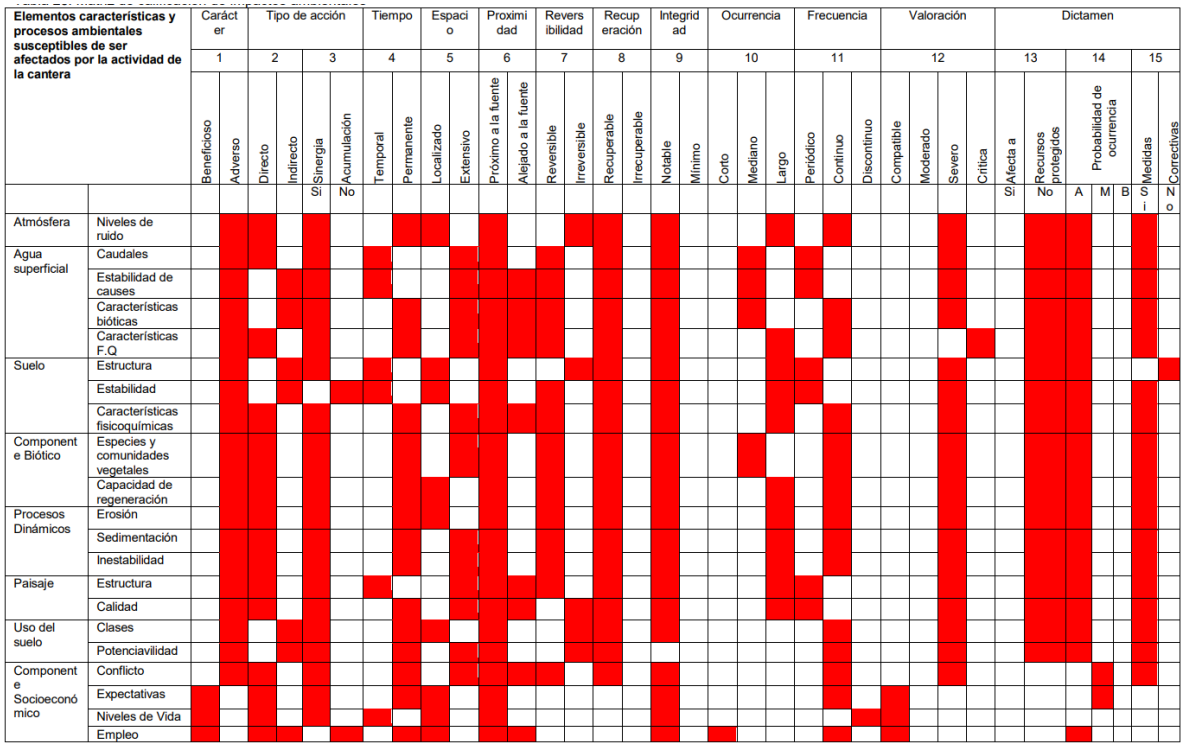
1. <u>Carácter genérico del impacto:</u> Los efectos se clasificaron según su repercusión positiva o negativa sobre el medio y su importancia en cuanto al grado de modificación que experimente el entorno.

- Efecto adverso (A) genéricamente importante.
- Efecto beneficioso (B).

2. Tipo de acción: Indica el modo como se produce la acción sobre los elementos o características ambientales.
    - Efecto directo (D), incidencia inmediata en algún aspecto ambiental.
    - Efecto indirecto (I) o secundario.
    - Efecto sinérgico (S) Se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes impactantes es superior al efecto suma de las incidencias consideradas individualmente.
    - Efecto acumulativo (A). Al prolongarse en el tiempo, aumenta progresivamente la gravedad del efecto.
3. Proyección en el tiempo: Temporalidad de manifestación del efecto:
    - Temporal (T), si no supone alteración indefinida, con un plano de manifestación que puede estimarse o manifestarse.
    - Permanente (P), cuando el efecto aparece de forma continua o intermitente pero sin final.
4. Proyección en el espacio: Indica el alcance potencial del efecto.
    - Localizado (L), cuando el impacto es puntual o afecta a un entorno inmediato.
    - Extensivo (E), cuando se alteran superficies extensas.
5. Proximidad a la fuente: Indica la cercanía al lugar donde se origina la alteración, es decir al sitio donde se realizan las actividades del proyecto minero.
    - Próximo a la fuente.
    - Alejado de la fuente.
6. Reversibilidad: Hace referencia a la posibilidad de retornar a la situación anterior a la aparición de la actividad y los impactos.
    - Efecto reversible (R), si las condiciones iniciales reaparecen al cabo de cierto tiempo.
    - Efecto Irreversible (Y), cuando supone la imposibilidad de retornar al origen.
7. Recuperabilidad: Similar al anterior, pero con intervención humana.
    - Recuperable (R), cuando es posible aplicar medidas correctoras viables, se consiga o no alcanzar o mejorar las condiciones iniciales.
    - Irrecuperable (Y), cuando no es posible volver a la situación de partida, aún aplicando medidas correctoras. Se pueden realizar prácticas que compensen y/o cambien las condiciones del impacto (trabajos de restauración).
8. Integridad:
    - Efecto notable: Aquel que se manifiesta con una modificación del medio ambiente, de los recursos naturales o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos; se excluyen por tanto los efectos mínimos.
    - Efecto mínimo: Aquel que puede demostrarse que no es notable.
9. Ocurrencia:
    - Efecto a corto, mediano y largo plazo: Aquel cuya incidencia puede manifestarse, respectivamente dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual, antes de cinco años, o período superior

10. Frecuencia:
    - Efecto periódico: Aquel que se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo.
    - Efecto continuo: Aquel que se manifiesta con una alteración constante en el tiempo acumulada o no.
    - Efecto discontinuo: Aquel que se manifiesta a través de alteraciones irregulares o intermitentes en permanencia.
11. Valoración del impacto. A la vista de las características del impacto y del resultado del dictamen se resumen la valoración global del efecto de la acción, su magnitud, según la siguiente escala de niveles de impactos:
    - Impacto compatible (C). Carencia de impacto o recuperación inmediata tras el cese de la actividad. No se necesitan prácticas protectoras o correctoras, depende del poder de resistencia de los ecosistemas afectados.
    - Impacto moderado (M). La recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo. No se precisan prácticas protectoras o correctoras.
    - Impacto severo (S). La magnitud del impacto exige para la recuperación de las condiciones del medio, la adecuación de prácticas protectoras o correctoras. La recuperación aún con estas prácticas, exige un período de tiempo dilatado.
    - Impacto crítico (Cr). La magnitud del impacto es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con adopción de prácticas correctoras.
12. Afección a recursos protegidos. Monumentos del patrimonio histórico -artístico, arqueológico y cultural, espacios protegidos, endemismos, especies vegetales protegidas, elementos relacionados con la salud e higiene, infraestructura de utilidad pública. Aun cuando en Colombia la legislación ambiental ha avanzado hasta especificar recursos protegidos (p.e. Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, zonas arqueológicas, algunos hábitats de especies en vías de extinción), de manera general están protegidos los cuerpos de agua y sus zonas de nacimiento, así como el paisaje.
13. Probabilidad de ocurrencia o riesgo de aparición del efecto.
    Alta (A)
    Media (M)
    Baja (B)
14. Adopción de las medidas correctoras. Esta actividad está relacionada con las medidas que pueden ser utilizadas para reducir los impactos indeseables del proyecto propuesto. Requiere una información específica sobre el tipo de proyecto a realizar y un conocimiento genérico sobre las medidas preventivas o correctoras a aplicar y el momento más conveniente de llevarlas a la práctica. Ello debe ser utilizado para desarrollar el plan operacional de abandono y un diseño de proyecto más sensible y correcto con el medio ambiente.

Tabla 10. Resultados de matriz de calificación de impactos ambientales para los Títulos LSB-02 y LSB-03



Fuente: PMA de los títulos LSB-02 y LSB-03 (2007)

Adicional a esta clasificación, los PMA contienen un Análisis de Riesgo, que contiene la siguiente síntesis en cuanto a las amenazas identificadas en ese momento:

Tabla 11. Matriz de riesgos para los Títulos LSB-02 y LSB-03

Amenaza	**Probabilidad de Ocurrencia**			
	Alta	**Media**	**Baja**	**Muy baja**
Movimientos sísmicos severos				X
Desprendimientos y derrumbes			X	
Acciones terrorismo y huelgas		X		
Descargas eléctricas atmosféricas			X	
Incendios y explosiones			X	

Fuente: PMA de los títulos LSB-02 y LSB-03 (2007)

Finalmente, con respecto a los riesgos, se establecen *Riesgos por eliminar* y *Riesgos por minimizar y mitigar.* Los Riesgos por eliminar son aquellos que por el hecho de que causarían daños de gran magnitud, son inaceptables y, por lo tanto, deberán ser eliminados

mediante especificaciones de diseño, de construcción y de operación y de las medidas implementadas en el plan de manejo ambiental. Allí se ubica: daños en los equipos de comunicación y demás por descargas eléctricas atmosféricas.

Con respecto a los Riesgos por minimizar y mitigar, son aquellos que aunque no pueden ser eliminados totalmente, pueden ser reducidos de forma importante mediante acciones complementarias entre las especificaciones de diseño, el plan de manejo ambiental y el manejo de contingencias. Allí se identificaron 3: Desprendimientos y derrumbes, incendios y explosiones en obras del proyecto, y actos de terrorismo y huelga.

Todo lo anterior determinó entonces las diferentes actividades y programas del Plan de Manejo Ambiental para cada título, que se expone y analiza a continuación

8.1.1. Plan de Manejo Ambiental del Título Minero LSB-02

El PMA del Título Minero LSB-02 contiene las siguientes fichas de manejo:

Tabla 12. Lista de Fichas de Manejo para el Título LSB-02

No. Ficha	Manejo Específico	No. Ficha	Manejo Específico
CME 07-01	Planeación Ambiental para la Ejecución del PTO	CME 07-15	Manejo de Estériles y Escombros
CME 07-03	Manejo de Aguas Lluvias	CME 07-16	Manejo de Vías
CME 07-07	Manejo de Cuerpos de Agua	CME 07-17	Manejo de Residuos Sólidos
CME 07-08	Manejo de Material Particulado y Gases	CME 07-18	Manejo de Fauna y Flora
CME 07-09	Manejo del Ruido	CME 07-24	Manejo Paisajístico
CME 07-10	Manejo de Combustibles	CME 07-25	Plan de Recuperación
CME 07-11	Manejo del Suelo		
CME 07-12	Control de la Erosión		
CME 07-14	Manejo de Hundimientos		

Fuente: PMA del título LSB-02, (2007).

Para el análisis del PMA, se presenta la siguiente matriz que contiene las actividades para cada medida según el PMA vigente, y su comparación con los hallazgos encontrados por GEA en las visitas de campo y las respuestas a la encuesta de diagnóstico.

Estas respuestas hacen parte fundamental del análisis pues son también las que permitieron la elaboración de Informes de Cumplimiento Ambiental para la autoridad ambiental, así como informes hechos para FEDEAGROMISBOL.

Las preguntas fueron hechas para cada trabajo de cada uno de los títulos, es decir, en el caso del título LSB-2, se realizaron 5 encuestas: una (1) en Mina Génesis, una (1) en los trabajos Pedro-Luz Mary, una (1) en los trabajos de Cristian-Osvaldo, una (1) en la mina Blas Tolosa, y una (1) en Mina Castillo

A continuación, se presenta una síntesis de los hallazgos de las 4 encuestas, que reúnen el estado general de todo el título

Tabla 13. Análisis de cumplimiento de medidas del PMA para el Título LSB-02

Medida de manejo	Descripción de la medida	Hallazgos GEA
CME 07-01: Planeación ambiental para la ejecución del PTO	Tipo de medida: Prevención Momento de ejecución: vida útil del proyecto	No se encuentran hallazgos, sea de cumplimiento o no.

		Descripción de actividades: Para la construcción y montaje de la infraestructura minera, se tendrán en cuenta las restricciones que establece el Artículo 35 de la Ley 685 de 2001. También se propone la creación de un Sistema de Gestión Ambiental -SGA-, donde se establezca una política y un reglamento ambiental; se genere una estructura orgánica y funcional con instancias de dirección, coordinación y ejecución; se dote de recursos humanos, físicos y financieros el SGA; se desarrolle un programa de monitoreo de las medidas de manejo y auditorías ambientales periódicas; y finalmente se realice una evaluación de desempeño de los planes y programas ambientales.	En ese sentido, se recomienda revisar la norma ISO 14001 la cual establece los SGA, para desarrollar su respectiva ejecución con personal capacitado.
Manejo ambiental del medio físico	CME 07-15 CME 07-17 Manejo de estéril, material reutilizable, material de reciclaje y basuras	Tipo de medida: prevención y corrección Momento de ejecución: extracción del material Descripción de actividades: 1. Clasificación de material, donde se encuentran los residuos sólidos ordinarios (papel, alimentos, plásticos, caucho, metales, llantas, madera, textiles), y los residuos especiales (grasa y lubricantes, filtros de combustibles y baterías de vehículos). 2. Adecuación de sitios de almacenamiento temporal de material reutilizable y sobrantes: Esta actividad se realizará en cada uno de los sitios de producción de los residuos, con bolsas plásticas desechables para facilitar la manipulación. – No se harán mezcla de los residuos sólidos ordinarios con los residuos especiales. – El tiempo de almacenamiento será tal que los residuos, ya sean ordinarios o especiales, no presenten ningún tipo de descomposición 3. Implementación de un botadero de material estéril: los materiales que estén dentro de esta categoría serán llevados a las zonas de botaderos, las cuales se ubicarán a una distancia mínima de 50 metros de cuerpos de agua, y sin en áreas que no tengan viviendas o infraestructuras familiares, en lugares de fácil acceso a los frentes de trabajo y en zonas onduladas a planas cubiertas con vegetación herbácea. El material se colocará iniciando por la cota más baja, en uno de los extremos dístales y llegando hasta la entrada al sitio. Adicionalmente, se revitalizarán los taludes y terrazas, donde se sembrarán	La separación de residuos sólidos ordinarios (Desechos de alimentos, Papel y cartones, Plásticos, Textiles, Caucho, Madera, Vidrio, Metales, Llantas) de los residuos especiales (grasas y lubricantes, semisólidos, filtros de combustibles y baterías de los vehículos) se lleva a cabo de manera parcial ya que se hace separación, pero no existen botaderos legalmente constituidos para su correcta disposición final. De igual forma se aclara que elementos como explosivos son adquiridos formalmente. Los residuos que son reutilizables y reciclables son llevados a puntos de acopio en Santa Rosa para su tratamiento. En las empresas se cuenta con puntos ecológicos, pero existe la dificultad de transporte de las basuras hacía un botadero que permita su disposición final. En este momento no se cuenta con una zona acondicionada para el manejo de un botadero de residuos ordinarios o los materiales sobrantes, los cuales se dejan expuestos al aire libre y son puntos de contaminación. Ante esto se están realizando los respectivos estudios y valoraciones del área en la cual se puede construir el botadero. El estéril en la actualidad se dispone para el arreglo de las vías de acceso a los centros poblados y lugares de trabajo. No se cuenta con una zona de disposición final de estériles. Finalmente, si bien se trata de gestionar los lodos en pozas con plástico o geomembrana, cuando estas llegan a

		árboles con un método lineal a una distancia de aproximadamente 10 metros cada uno.	su máxima capacidad no tienen un plan de cierre y de restauración de las condiciones geomorfológicas y o preexistentes de zonas de explotación según los lineamientos del Ministerio de Minas y Energía. En general, las actividades no cumplen con las actividades planificadas y aprobadas en la licencia ambiental del 2007, y menos con las actualizaciones normativas existente como el Decreto 1886 de 2015, el cual establece el *Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas* y determinar aspectos técnicos en el manejo de material estéril.
	CME 07-04 CME 07-05 CME 07-06 CME 07-10 Manejo de residuos líquidos, combustibles y aceites	Tipo de medida: prevención y corrección Momento de ejecución: Inicio de construcción de campamentos, vías y explotación Descripción de actividades: Las actividades en esta medida comprende varias actividades como la prohibición del lavado de equipo minero en zonas no acondicionadas para tal fin, la presencia de extintores cerca a los lugares de abastecimiento de combustible, y el abastecimiento por medio de tanques que cumpla con las normas para el manejo de sustancias peligrosas. Además, se proponen algunas tecnologías y técnicas, las cuales se describen a continuación: 1. Para los tanques de combustible, se construirán bermas a su alrededor para contener derrames y pérdidas accidentales. El tamaño del área de contención deberá ser tal que pueda alojar un volumen de 110% del volumen del tanque más grande contenido. 2. Los talleres y patios de almacenamiento contarán con sistemas de disposición de grasa y aceites. Las trampas de grasas y aceites son interceptores de aceite y se requieren donde el agua servida tiene componentes de aceite, gasolina y otros líquidos volátiles que contaminan el agua y crean riesgo de fuego o explosión. El manejo de las aguas aceitosas se lleva a cabo mediante un sistema de separación gravitacional por diferencia de densidades, aprovechando las diferencias de densidad entre el agua y el aceite. La trampa de grasas es un tanque o caja, la cual tiene un separador o tabique en el centro que divide la caja en dos compartimientos. Este tabique o separador no alcanza a tocar el fondo de la caja y así permite que el agua	En algunas minas la mayoría del mantenimiento de equipos se realiza en zonas inadecuadas, generando derrames de grasas y aceites directamente en el suelo, los cuales mediante la acción del agua lluvia son filtrados a cuerpos de agua subterráneos y superficiales. Se cuenta con canales perimetrales e internos, sin embargo, deben realizarse más obras que permitan el direccionamiento del agua proveniente de los drenajes mineros hacia sitios de tratamiento de estos residuos líquidos para su disposición final. Para el manejo de las colas del proceso productivo estas son enviadas después de realizar la respectiva desactivación de las arenas cianuradas por medio de mangueras y tubería hacía la zona de relave. Existen algunos diques perimetrales de contención en las empresas, sin embargo, se debe evaluar su capacidad y los sitios donde deben construirse estas estructuras con el fin de generar una medida de contención ante posibles derrames. Aún no se cuenta con trampas de grasas, por lo que se está evaluando el punto para la construcción de trampas de grasa en las zonas de mantenimiento de máquinas y en el lugar en el que se encuentran las plantas eléctricas. No hay un tratamiento del agua vertida a fuentes superficiales, pues presenta una turbidez evidente, lo cual requiere que se apliquen las medidas de manejo como filtros de arena y el uso de otras alternativas como carbón activado.

		contenida en un compartimiento pueda pasar mediante esa apertura profunda a la siguiente cámara. La trampa de grasas y aceites y la cámara de recolección de aceite recuperado se construirán en tierra. La tubería de entrada y salida, y los accesorios requeridos serán en tubería PVC. Debido a su corto periodo de vida útil. 3. Canales perimetrales e internos: Se construirán de canales que eviten el paso del agua al interior del campamento y las áreas destinadas para botaderos, tanques de almacenamiento de combustibles, zonas de talleres y el área destinada para la instalación de la planta de beneficio. a sección transversal de los canales debe ser de forma trapezoidal, con taludes laterales con pendientes 1H:1V. La pendiente longitudinal mínima de los canales no debe ser inferior al 0.5% ni superior al 2%. El ancho mínimo de la base de los canales debe ser de 0.4 m. 4. Los diques perimetrales son las áreas destinadas para el almacenamiento de combustibles y lubricantes; diques que a la vez hacen las veces de contenedores en caso de derrames y sirven para aislar el fuego en caso de incendio. – En el caso particular del proyecto, los diques se construirán solamente en el área destinada para el almacenamiento de los combustibles – El volumen de los diques debe tener la capacidad de contener la totalidad del combustible que se encuentra almacenado en caso de un derrame. – De esta manera, para el almacenamiento de los combustibles se deberá construir un dique con base cuadrada, sección trapezoidal y taludes con inclinación 1H:1V. 5. Para el tratamiento de los drenajes mineros ácidos, es necesario aplicar una técnica de neutralización. La más utilizada y aplicable a la minería, especialmente la subterránea, es la adición de cal, por su bajo costo y alta eficiencia. Esta técnica se realiza en cinco etapas de tratamiento: homogeneización, mezcla, aireación, sedimentación y disposición final del lodo de desecho. 6. En el proceso de amalgamación generalmente se producen descargas que contienen aceites, grasas, partículas de sólidos suspendidos y metales pesados como el Mercurio y el Plomo, generados por las plantas de moliendas (Entables con barriles amalgamadores); estas aguas turbias	Sólo se realiza la titulación de Cianuro de Sodio, sin embargo, es probable que el agua vertida tenga una concentración importante de metales pesados. En cuanto al uso de Mercurio, en algunos trabajos no se utiliza para el procesamiento del material, sino que es utilizado Cianuro. El cianuro utilizado se neutraliza con sulfato de cobre, hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno. Para la cianuración, se cuenta con mecanismo de control y fichas de seguridad para su uso adecuado. E la mayoría de entables y empresas de piscinas en serie que permite un control de las arenas y de los vertimientos de mercurio. Sin embargo, en el transporte de estos lodos y arenas para la cianuración se observan filtraciones hacia cuerpos de agua y el suelo, por lo que es necesario la adecuación de las mangueras y canales que eviten estas pérdidas. En general, las actividades no cumplen con las actividades planificadas y aprobadas en la licencia ambiental del 2007, y menos con las actualizaciones normativas existente como el Decreto 1886 de 2015, el cual establece el *Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas* y determinar aspectos técnicos en el manejo combustibles y aceites. Además, no se hacen labores de seguimiento sobre vertimientos a cuerpos de agua, según lo establecido en la Resolución 631 del 2015, la cual establece también los límites máximos permisibles en algunos parámetros de calidad del agua.

		son descargadas en las quebradas y finalmente van a parar a las cuencas hidrográficas de la zona Sur de Bolívar. Se puede evitar estas pérdidas efectuando la amalgamación y la molienda en dos procedimientos separados. Alternativa A: En este se propone un sistema de piscinas en serie, el área total que ocuparán las piscinas es de aproximadamente seis metros cuadrados. La La primera piscina, cumple la función de sedimentar las partículas sólidas contenidas en el drenaje de mina; para esto, la descarga de la misma debe ser colocada en la pared frontal. La segunda piscina, va a cumplir la función de retener los aceites y grasas contenidos en el drenaje para la cual se debe tener un codo colocado en la parte superior, el cual actúa como trampa de retención del aceite y grasa, así se garantiza que la capa de aceite (mas liviana que el agua), esté siempre en la superficie y en cambio por la parte baja del codo (instalado) salga el flujo de agua sin residuos de aceites. - La tercera piscina, cumplirá las veces de sedimentador y filtro, para lo cual se debe colocar en el piso una capa de piedra (de 10 a 20 centímetros de espesor, diámetro de la piedra de Cuarzo 4 - 7 centímetros), para que allá se filtre el agua, lo cual se debe conducir por un canal para finalmente llevarla a la red hídrica. Alternativa B: En este se propone un dique tipo filtro y a continuación de este las trampas para Mercurio. Este dique filtro tiene la finalidad de retener la mayor cantidad de partículas suspendidas, y depurar las aguas turbias sistema similar al anterior. La trampa de laberinto para Mercurio y Amalgama consta de una vasija hecha en acero inoxidable en la cual la pulpa se mueve en torbellino y con fuerza tal que las partículas livianas y moderadamente pesadas escapan con el agua y las pesadas y voluminosas como el Oro grueso, el Mercurio y la Amalgama se depositan en el fondo de donde se retiran periódicamente.	
	CME 07- 08 CME 07- 09 Manejo y control de emisiones atmosféricas	Tipo de medida: prevención y corrección Momento de ejecución: inicio de construcción de campamentos, vías y explotación. Descripción de actividades: Para evitar el polvo se recurrirá al uso de sistemas de humectación o técnicas que eviten al	Las plantas de beneficio se han localizado en las zonas aptas, con base en el conocimiento del territorio y buscando la protección del medio. Actualmente se están proyectando los estudios para evaluar el impacto que produce las actividades mineras que se desarrollan actualmente en la zona con el fin de evaluar posibles necesidades

		máximo las emisiones fugitivas de polvillo al aire. Se rociará con agua el material apilado cuidando de no producir alteraciones en su estructura. En cuanto al ruido, la planta de beneficio tendrá un mantenimiento regular y se ubicará lo más alejada posible de núcleos poblacionales, además de proveer a los trabajadores de elementos de protección personal para evitar el ruido. Para evitar la emisión del Mercurio (Hg) en forma de vapor, se debe utilizar la retorta de destilación, con este aparato las pérdidas son menores del 0.1% La retorta está compuesta por un crisol y de un tubo de condensación descendente, el cual parcialmente está rodeada de otro tubo lleno de agua para refrigeración. Para llevar a cabo la destilación, se introduce amalgama en el crisol y se cierra la tapa. En seguida se calienta la aleación de Oro y Mercurio a una temperatura superior a 400°C, por lo cual se descompone en sus componentes y se libera vapor de Mercurio (Hg). Este se deposita en forma de gotas en el tubo de condensación y desciende por el tubo, para caer en un recipiente con agua, el cual se coloca a la salida del tubo de condensación. Como el mercurio utilizado por los mineros en el proceso de amalgamación de minerales se contamina y pierde su capacidad de retener el Oro, se recomienda utilizar el activador de Hg. El proceso se realiza así: Se coloca el Mercurio sucio o con impurezas en el recipiente de manera que el Mercurio cubre totalmente la escobilla inferior (Electrodo Grafito) seguidamente sobre el Mercurio (Hg) se coloca una solución del 10% de Sal de mesa (NaCl). A continuación, se aplica una corriente eléctrica de 12 voltios de una batería de carro de manera que el polo positivo (Ánodo) esté conectado a la escobilla superior, la cual está en contacto con la solución salina y el polo negativo (Cátodo) permanece con el Mercurio. De esta manera se descargan Iones de Sodios sobre la superficie de Mercurio formando una Amalgama con este; el tiempo de duración del proceso es de 10 a 15 minutos.	de reubicación o de manejo de este material particulado. Con respecto a los sistemas de humectación o técnicas que eviten emisiones fugitivas de polvillo, se adelantan los respectivos diseños de medidas para el manejo de este impacto Se está elaborando el plan de mantenimiento de la maquinaria teniendo en cuenta la cantidad de horas de uso en el cual se debe realizar el mantenimiento de estos equipos. El mantenimiento se realiza de forma periódica mensual o anualmente según el equipo y evaluación de su estado con el fin de que puedan operar correctamente. No se ha especificado con claridad si en los entables que cuentan con fundición se hace uso de la retorta de destilación y se reutiliza el mercurio mediante su activación. Aunque en algunos títulos como Mina Castillo si se afirma el uso de mercurio. Los trabajadores cuentan con Elementos de Protección Personal como tapa oídos para prevenir los efectos a la salud que causa la exposición a el ruido producido por la maquinaria. En general, hay incumplimientos normativos por el uso de mercurio en algunos trabajos, lo cual va en contra de la Ley 1658 de 2013. Además, no se desarrollan las actividades de monitoreo de emisiones y de ruido según las guías metodologías establecidas por en ANLA y el Ministerio de Ambiente para tales fines.
	CME 07-03 CME 07-07 CME 07-12 Obras, medidas y actividades de protección y manejo de aguas	Tipo de medida: prevención y corrección Momento de ejecución: inicio de construcción de campamentos, vías y explotación Descripción de actividades: Durante los trabajos de extracción se mantendrá adecuadamente drenado, para evitar daños en la obra y en los ecosistemas presentes.	Se encuentran en la zona cunetas hechas en tierra y en cemento, adicionalmente se realiza mediante bombas el drenaje del área de explotación, esta agua es utilizada en el proceso de beneficio del mineral o en la mayoría de los casos se vierte sin uso al sistema hídrico más cercano. Se proyecta diseño de una medida de manejo para este vertimiento.

		Cuando las cunetas y demás obras de drenaje confluyan directamente a algún cuerpo de agua de la zona intervenida, ese punto estará provisto de obras civiles que permitan la decantación de sedimentos. Finalmente, en caso de que haya sumideros, drenajes y otros elementos similares se protegerán a través de barreras. Las protecciones puestas deben ser cambiadas periódicamente	Se realizan obras de mantenimiento de cunetas y drenajes, sin embargo, la inestabilidad de la zona hace que constantemente se deban realizar adecuaciones debido a inconvenientes producidos por procesos de remoción en masa.
	CME 07 - 24 CME 07 – 25 CME 07 - 12 CME 07 - 11 Programa de restauración morfológica en los procesos de conservación de la calidad visual	Tipo de medida: prevención y corrección Momento de ejecución: Inicio de construcción de campamentos, vías y explotación Descripción de actividades: Con el propósito de estructurar un sistema que garantice la estabilidad de los taludes y evite los derrumbes, en la etapa de operación de la mina, se diseñarán taludes de corte establece con pendientes 1V:0.5H. Los taludes naturales serán empradizados en su totalidad, además de las obras de empradización se tendrán obras de control de aguas lluvias y de escorrentía con la construcción de canales de corona, canales interceptores con sus respectivas estructuras de entrega.	A la fecha no se han implementado obras para la reposición de la cobertura vegetal en las zonas de terrazas y taludes debido a dificultades de transporte y adquisición de individuos y materiales adecuados que sirvan para el sostenimiento de los taludes. Se han hecho procesos de reforestación con especies maderables, sin embargo, debe mejorarse el seguimiento y cuidado de estas especies para garantizar su crecimiento en estas zonas, así como la construcción de viveros. Es preciso resaltar que la vegetación intervenida es casi nula, debido a que casi no se presentan nuevos frentes de explotación.
Manejo del medio biótico	CME 07 – 18 Manejo de la vegetación	Tipo de medida: prevención y corrección Momento de ejecución: inicio de construcción de campamentos, vías y explotación Descripción de actividades: Por cada árbol talado se reemplazarán por 5 arbolitos como compensación de la vegetación intervenida. Además, se plantea la realización de un *Programa para minimizar y compensar los impactos generados sobre la fauna silvestre*, el cual contiene charlas y recorridos con trabajadores para identificar, y si es posible rescatar animales que puedan ser afectados para ser reubicados Finalmente, se establece la prohibición de la caza de los animales que se encuentren en las áreas de influencia del proyecto.	Se han hecho procesos de reforestación con especies maderables en lugares aledaños a la zona de explotación. Sin embargo, existen problemas con el manejo para garantizar el crecimiento de estos individuos. No se ha hecho aprovechamiento de especies forestales. Con respecto al *Programa para minimizar y compensar los impactos generados sobre la fauna silvestre*, actualmente se están proyectando las charlas para la promoción de la preservación de la fauna y flora de la región. Se cuenta con zonas de conservación, en las cuales no se permiten labores de explotación y en las cuales se hace una protección de especies de fauna y flora cercanos. En la zona no se hace aprovechamiento forestal, por lo que no se están afectando nidos o madrigueras. No se realiza caza de animales silvestres en la zona de explotación, los alimentos provienen del beneficio de animales fuera de la zona del proyecto.

			No se ha reportado el rescate de especies que estén en peligro y que deban ser reubicadas.
Plan de Cierre o abandono de la mina y restauración de las condiciones preexistentes de zonas de explotación.		Descripción de actividades: Se planea el retiro de la maquinaria y el desmantelamiento de los campamentos, así como identificar las áreas que fueron intervenidas y deterioradas durante el desarrollo del proyecto para la respectiva reforestación o regeneración, y realizar una correcta separación y disposición de los residuos de escombros, materiales reutilizables, entre otros.	Se tienen identificadas las áreas en las cuales se han generado impactos por el retiro de la vegetación y la disposición de residuos provenientes de la explotación y beneficio del mineral, principalmente estas áreas corresponden a las zonas de relaves que recepcionan las colas del proceso de cianuración. Aún no se reporta el cierre y clausura de pozos sépticos pues se mantienen las labores de explotación y beneficio en el sitio. En el momento de retiro de maquinaria esta se lleva a Santa Rosa o se reutiliza en las actividades de las plantas de beneficio. Esto se hará con los diferentes desechos en la etapa de clausura del proyecto En la región no se cuenta con botaderos legales o licenciados para la disposición del material sobrante del desmantelamiento. Se está avanzando en la construcción de un vivero con el fin de adelantar procesos de reforestación en zonas aledañas a la ubicación de las empresas mineras. En cuanto a los proyectos de regeneración de la cobertura vegetal, se proyecta hacerlo mediante siembra de especies de la región Hay algunos incumplimientos de las actividades vigentes en la licencia ambiental, y además, no se han actualizado los procesos para cumplir con las fases y requisitos de las Guías Técnicas de Restauración Ecológica expedidas por el Ministerio de Ambiente.
Plan de contingencia		Descripción de actividades: Se creará un comité de emergencias para disponer las medidas para el control de contingencias. Principalmente se establecerán Planes de Acción para incendios, derrames, impactos imprevistos al medio ambiente, sismos y disturbios civiles. Además, sea adelantarán planes de educación y prevención con el personal que labora en el proyecto, las cuales contengan las políticas institucionales sobre seguridad, los aspectos legales relacionados con	Se cuenta con plan de emergencias, el COPASST, vinculación de profesionales en seguridad y salud en el trabajo. Se realizan periódicamente jornadas de capacitación al personal sobre recomendaciones generales de seguridad, adicionalmente quincenalmente se realizan jornadas de capacitación especificas quincenalmente.

	emergencias, procedimientos de alerta y notificación, instrucciones en el empleo de equipos de res	

Fuente: Elaboración propia con información de los PMA del 2007 y los hallazgos de GEA del 2023.

8.1.2. Plan de Manejo Ambiental del Título Minero LSB-03

El PMA del Título Minero LSB-02 contiene las siguientes fichas de manejo:

Tabla 14. Lista de Fichas de Manejo para el Título LSB-03

No. Ficha	Manejo Específico	No. Ficha	Manejo Específico
CME 07-01	Planeación Ambiental para la Ejecución del PTO	CME 07-15	Manejo de Estériles y Escombros
CME 07-03	Manejo de Aguas Lluvias	CME 07-16	Manejo de Vías
CME 07-07	Manejo de Cuerpos de Agua	CME 07-17	Manejo de Residuos Sólidos
CME 07-08	Manejo de Material Particulado y Gases	CME 07-18	Manejo de Fauna y Flora
CME 07-09	Manejo del Ruido	CME 07-24	Manejo Paisajístico
CME 07-10	Manejo de Combustibles	CME 07-25	Plan de Recuperación
CME 07-11	Manejo del Suelo		
CME 07-12	Control de la Erosión		
CME 07-14	Manejo de Hundimientos		

Fuente: PMA del título LSB-03, (2007).

Para el análisis del PMA, se presenta la siguiente matriz que contiene las actividades para cada medida según el PMA vigente, y su comparación con los hallazgos encontrados por GEA en las visitas de campo y las respuestas a la encuesta de diagnóstico.

Estas respuestas hacen parte fundamental del análisis pues son también las que permitieron la elaboración de Informes de Cumplimiento Ambiental para la autoridad ambiental, así como informes hechos para FEDEAGROMISBOL.

Las preguntas fueron hechas para cada trabajo del título, y el caso del LSB-3, se pudo realizar únicamente 1 encuesta en el Trabajo Los Naranjos, pues como se mencionó anteriormente, los otros 2 que hacen parte del título, se encuentran inactivos.

A continuación, se presenta una síntesis de los hallazgos de la encuesta realizada, que reúnen el estado general del título. Sin embargo, a la fecha de la visita esta mina no se encontraba en funcionamiento, por lo que la información recolectada es menor en comparación al LSB-2.

Tabla 15. Análisis de cumplimiento de medidas del PMA en el Título LSB-03

Medida de manejo	Descripción de la medida	Hallazgos GEA
CME 07-01: Planeación ambiental para la ejecución del PTO	Tipo de medida: Prevención Momento de ejecución: vida útil del proyecto Descripción de actividades: Para la construcción y montaje de la infraestructura minera, se tendrán en cuenta las restricciones que establece el Artículo 35 de la Ley 685 de 2001.	No se encuentran hallazgos, sea de cumplimiento o no. En ese sentido, se recomienda revisar la norma ISO 14001 la cual establece los SGA, para desarrollar su respectiva ejecución con personal capacitado.

		También se propone la creación de un Sistema de Gestión Ambiental -SGA-, donde se establezca una política y un reglamento ambiental; se genere una estructura orgánica y funcional con instancias de dirección, coordinación y ejecución; se dote de recursos humanos, físicos y financieros el SGA; se desarrolle un programa de monitoreo de las medidas de manejo y auditorías ambientales periódicas; y finalmente se realice una evaluación de desempeño de los planes y programas ambientales.	
Manejo ambiental del medio físico	CME 07-15 CME 07-17 Manejo de estéril, material reutilizable, material de reciclaje y basuras	Tipo de medida: prevención y corrección Momento de ejecución: extracción del material Descripción de actividades: 4. Clasificación de material, donde se encuentran los residuos sólidos ordinarios (papel, alimentos, plásticos, caucho, metales, llantas, madera, textiles), y los residuos especiales (grasa y lubricantes, filtros de combustibles y baterías de vehículos). 5. Adecuación de sitios de almacenamiento temporal de material reutilizable y sobrantes: Esta actividad se realizará en cada uno de los sitios de producción de los residuos, con bolsas plásticas desechables para facilitar la manipulación. – No se harán mezcla de los residuos sólidos ordinarios con los residuos especiales. – El tiempo de almacenamiento será tal que los residuos, ya sean ordinarios o especiales, no presenten ningún tipo de descomposición 6. Implementación de un botadero de material estéril: los materiales que estén dentro de esta categoría serán llevados a las zonas de botaderos, las cuales se ubicarán a una distancia mínima de 50 metros de cuerpos de agua, y sin en áreas que no tengan viviendas o infraestructuras familiares, en lugares de fácil acceso a los frentes de trabajo y en zonas onduladas a planas cubiertas con vegetación herbácea. El material se colocará iniciando por la cota más baja, en uno de los extremos dístales y llegando hasta la entrada al sitio. Adicionalmente, se revitalizarán los taludes y terrazas, donde se sembrarán árboles con un método lineal a una distancia de aproximadamente 10 metros cada uno.	Los residuos no se han clasificado y se mantienen en el lugar de beneficio, sin embargo, no son de gran cantidad por el freno de la actividad minera. No hay sitios de almacenamiento temporal de residuos. Algunos residuos se cubren con plástico y otros quedan al aire libre. No se observan zonas en las que se haya dispuesto el estéril. Existen zonas en donde se dispusieron arenas que no tienen proceso de revegetalización, se observa aún un impacto en el suelo y posible arrastre de materiales por el efecto de la escorrentía. En general, las actividades no cumplen con las actividades planificadas y aprobadas en la licencia ambiental del 2007, y menos con las actualizaciones normativas existente como el Decreto 1886 de 2015, el cual establece el *Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas* y determinar aspectos técnicos en el manejo de material estéril.
	CME 07-04 CME 07-05 CME 07-06	Tipo de medida: prevención y corrección	No se observan derrames de combustibles y aceites.

	CME 07-10 Manejo de residuos líquidos, combustibles y aceites	Momento de ejecución: Inicio de construcción de campamentos, vías y explotación Descripción de actividades: Las actividades en esta medida comprende varias actividades como la prohibición del lavado de equipo minero en zonas no acondicionadas para tal fin, la presencia de extintores cerca a los lugares de abastecimiento de combustible, y el abastecimiento por medio de tanques que cumpla con las normas para el manejo de sustancias peligrosas. Además, se proponen algunas tecnologías y técnicas, las cuales se describen a continuación: 7. Para los tanques de combustible, se construirán bermas a su alrededor para contener derrames y pérdidas accidentales. El tamaño del área de contención deberá ser tal que pueda alojar un volumen de 110% del volumen del tanque más grande contenido. 8. Los talleres y patios de almacenamiento contarán con sistemas de disposición de grasa y aceites. Las trampas de grasas y aceites son interceptores de aceite y se requieren donde el agua servida tiene componentes de aceite, gasolina y otros líquidos volátiles que contaminan el agua y crean riesgo de fuego o explosión. El manejo de las aguas aceitosas se lleva a cabo mediante un sistema de separación gravitacional por diferencia de densidades, aprovechando las diferencias de densidad entre el agua y el aceite. La trampa de grasas es un tanque o caja, la cual tiene un separador o tabique en el centro que divide la caja en dos compartimientos. Este tabique o separador no alcanza a tocar el fondo de la caja y así permite que el agua contenida en un compartimiento pueda pasar mediante esa apertura profunda a la siguiente cámara. La trampa de grasas y aceites y la cámara de recolección de aceite recuperado se construirán en tierra. La tubería de entrada y salida, y los accesorios requeridos serán en tubería PVC. Debido a su corto periodo de vida útil. 9. Canales perimetrales e internos: Se construirán de canales que eviten el paso del agua al interior del campamento y las áreas destinadas para botaderos, tanques de almacenamiento de combustibles, zonas de talleres y el área destinada para la instalación de la planta de beneficio. a sección transversal de los canales debe ser de forma trapezoidal,	No se evidenció el uso de dados o espacios adecuados para el almacenamiento del combustible. No se evidenció el uso de extintores. No se reportaron registros de derrames de combustible. No hay reporte sobre las actividades relacionadas con el uso de mercurio, y el manejo de estos residuos. En general, se observa que las actividades no cumplen con lo planificado y aprobado en la licencia ambiental del 2007, y menos con las actualizaciones normativas existente como el Decreto 1886 de 2015, el cual establece el *Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas* y determinar aspectos técnicos en el manejo combustibles y aceites. Además, no se hacen labores de seguimiento sobre vertimientos a cuerpos de agua, según lo establecido en la Resolución 631 del 2015, la cual establece también los límites máximos permisibles en algunos parámetros de calidad del agua.

		con taludes laterales con pendientes 1H:1V. La pendiente longitudinal mínima de los canales no debe ser inferior al 0.5% ni superior al 2%. El ancho mínimo de la base de los canales debe ser de 0.4 m. 10. Los diques perimetrales son las áreas destinadas para el almacenamiento de combustibles y lubricantes; diques que a la vez hacen las veces de contenedores en caso de derrames y sirven para aislar el fuego en caso de incendio. – En el caso particular del proyecto, los diques se construirán solamente en el área destinada para el almacenamiento de los combustibles – El volumen de los diques debe tener la capacidad de contener la totalidad del combustible que se encuentra almacenado en caso de un derrame. – De esta manera, para el almacenamiento de los combustibles se deberá construir un dique con base cuadrada, sección trapezoidal y taludes con inclinación 1H:1V. 11. Para el tratamiento de los drenajes mineros ácidos, es necesario aplicar una técnica de neutralización. La más utilizada y aplicable a la minería, especialmente la subterránea, es la adición de cal, por su bajo costo y alta eficiencia. Esta técnica se realiza en cinco etapas de tratamiento: homogeneización, mezcla, aireación, sedimentación y disposición final del lodo de desecho. 12. En el proceso de amalgamación generalmente se producen descargas que contienen aceites, grasas, partículas de sólidos suspendidos y metales pesados como el Mercurio y el Plomo, generados por las plantas de moliendas (Entables con barriles amalgamadores); estas aguas turbias son descargadas en las quebradas y finalmente van a parar a las cuencas hidrográficas de la zona Sur de Bolívar. Se puede evitar estas pérdidas efectuando la amalgamación y la molienda en dos procedimientos separados. Alternativa A: En este se propone un sistema de piscinas en serie, el área total que ocuparán las piscinas es de aproximadamente seis metros cuadrados. La La primera piscina, cumple la función de sedimentar las partículas sólidas contenidas en el drenaje de mina; para esto, la descarga de la misma debe ser colocada en la pared frontal. La segunda piscina, va a cumplir la función de retener los aceites y grasas contenidos en el drenaje para	

		la cual se debe tener un codo colocado en la parte superior, el cual actúa como trampa de retención del aceite y grasa, así se garantiza que la capa de aceite (mas liviana que el agua), esté siempre en la superficie y en cambio por la parte baja del codo (instalado) salga el flujo de agua sin residuos de aceites. - La tercera piscina, cumplirá las veces de sedimentador y filtro, para lo cual se debe colocar en el piso una capa de piedra (de 10 a 20 centímetros de espesor, diámetro de la piedra de Cuarzo 4 - 7 centímetros), para que allá se filtre el agua, lo cual se debe conducir por un canal para finalmente llevarla a la red hídrica. Alternativa B: En este se propone un dique tipo filtro y a continuación de este las trampas para Mercurio. Este dique filtro tiene la finalidad de retener la mayor cantidad de partículas suspendidas, y depurar las aguas turbias sistema similar al anterior. La trampa de laberinto para Mercurio y Amalgama consta de una vasija hecha en acero inoxidable en la cual la pulpa se mueve en torbellino y con fuerza tal que las partículas livianas y moderadamente pesadas escapan con el agua y las pesadas y voluminosas como el Oro grueso, el Mercurio y la Amalgama se depositan en el fondo de donde se retiran periódicamente.	
	CME 07- 08 CME 07- 09 Manejo y control de emisiones atmosféricas	Tipo de medida: prevención y corrección Momento de ejecución: inicio de construcción de campamentos, vías y explotación. Descripción de actividades: Para evitar el polvo se recurrirá al uso de sistemas de humectación o técnicas que eviten al máximo las emisiones fugitivas de polvillo al aire. Se rociará con agua el material apilado cuidando de no producir alteraciones en su estructura. En cuanto al ruido, la planta de beneficio tendrá un mantenimiento regular y se ubicará lo más alejada posible de núcleos poblacionales, además de proveer a los trabajadores de elementos de protección personal para evitar el ruido. Para evitar la emisión del Mercurio (Hg) en forma de vapor, se debe utilizar la retorta de destilación, con este aparato las pérdidas son menores del 0.1% La retorta está compuesta por un crisol y de un tubo de condensación descendente, el cual parcialmente está rodeada de otro tubo lleno de agua para refrigeración. Para llevar a cabo la destilación, se introduce	No se reportaron medidas de control de la calidad del aire. En general, hay incumplimientos normativos por el uso de mercurio en algunos trabajos, lo cual va en contra de la Ley 1658 de 2013. Además, no se desarrollan las actividades de monitoreo de emisiones y de ruido según las guías metodologías establecidas por en ANLA y el Ministerio de Ambiente para tales fines.

		amalgama en el crisol y se cierra la tapa. En seguida se calienta la aleación de Oro y Mercurio a una temperatura superior a 400°C, por lo cual se descompone en sus componentes y se libera vapor de Mercurio (Hg). Este se deposita en forma de gotas en el tubo de condensación y desciende por el tubo, para caer en un recipiente con agua, el cual se coloca a la salida del tubo de condensación. Como el mercurio utilizado por los mineros en el proceso de amalgamación de minerales se contamina y pierde su capacidad de retener el Oro, se recomienda utilizar el activador de Hg. El proceso se realiza así: Se coloca el Mercurio sucio o con impurezas en el recipiente de manera que el Mercurio cubre totalmente la escobilla inferior (Electrodo Grafito) seguidamente sobre el Mercurio (Hg) se coloca una solución del 10% de Sal de mesa (NaCl). A continuación, se aplica una corriente eléctrica de 12 voltios de una batería de carro de manera que el polo positivo (Ánodo) esté conectado a la escobilla superior, la cual está en contacto con la solución salina y el polo negativo (Cátodo) permanece con el Mercurio. De esta manera se descargan Iones de Sodios sobre la superficie de Mercurio formando una Amalgama con este; el tiempo de duración del proceso es de 10 a 15 minutos.	
	CME 07-03 CME 07-07 CME 07-12 Obras, medidas y actividades de protección y manejo de aguas	Tipo de medida: prevención y corrección Momento de ejecución: inicio de construcción de campamentos, vías y explotación Descripción de actividades: Durante los trabajos de extracción se mantendrá adecuadamente drenado, para evitar daños en la obra y en los ecosistemas presentes. Cuando las cunetas y demás obras de drenaje confluyan directamente a algún cuerpo de agua de la zona intervenida, ese punto estará provisto de obras civiles que permitan la decantación de sedimentos. Finalmente, en caso de que haya sumideros, drenajes y otros elementos similares se protegerán a través de barreras. Las protecciones puestas deben ser cambiadas periódicamente	Al encontrarse inactivo el trabajo de Los Naranjos, no se evidenciaron sedimentos en zonas como cauces, no obstante, se recalca la protección de los cuerpos hídricos. No se reportó mantenimiento de los drenajes, al proyectarse la construcción de una planta de beneficio, se deben considerar y adoptar las indicaciones de realizar limpiezas periódicas en los drenajes. De la misma manera, se debe implementar en el proyecto que se plantea según la información suministrada, elementos como la construcción de sedimentadores en la planta de beneficio. El entable actual, cuenta con sedimentadores en serie. Se proyecta el desarrollo de una poza, lo cual es positivo pero debe evaluarse la zona de ubicación de la misma y el plan de operación.
	CME 07 - 24 CME 07 – 25 CME 07 - 12 CME 07 - 11	Tipo de medida: prevención y corrección	No se tienen taludes construidos, y tampoco se observa reposición de la vegetación intervenida.

	Programa de restauración morfológica en los procesos de conservación de la calidad visual	Momento de ejecución: Inicio de construcción de campamentos, vías y explotación Descripción de actividades: Con el propósito de estructurar un sistema que garantice la estabilidad de los taludes y evite los derrumbes, en la etapa de operación de la mina, se diseñarán taludes de corte establece con pendientes 1V:0.5H. Los taludes naturales serán empradizados en su totalidad, además de las obras de empradización se tendrán obras de control de aguas lluvias y de escorrentía con la construcción de canales de corona, canales interceptores con sus respectivos estructuras de entrega.	
Manejo del medio biótico	CME 07 – 18 Manejo de la vegetación	Tipo de medida: prevención y corrección Momento de ejecución: inicio de construcción de campamentos, vías y explotación Descripción de actividades: Por cada árbol talado se reemplazarán por 5 arbolitos como compensación de la vegetación intervenida. Además, se plantea la realización de un *Programa para minimizar y compensar los impactos generados sobre la fauna silvestre*, el cual contiene charlas y recorridos con trabajadores para identificar, y si es posible rescatar animales que puedan ser afectados para ser reubicados Finalmente, se establece la prohibición de la caza de los animales que se encuentren en las áreas de influencia del proyecto.	Aún no se ha implementado un plan de reforestación de las áreas afectadas. No se reportaron capacitaciones ni actividades relacionadas con el cuidado y protección de la fauna. No se reporta caza en la zona.
Plan de Cierre o abandono de la mina y restauración de las condiciones preexistentes de zonas de explotación.		Descripción de actividades: Se planea el retiro de la maquinaria y el desmantelamiento de los campamentos, así como identificar las áreas que fueron intervenidas y deterioradas durante el desarrollo del proyecto para la respectiva reforestación o regeneración, y realizar una correcta separación y disposición de los residuos de escombros, materiales reutilizables, entre otros.	No se ha hecho un correcto cierre de las actividades mineras que no se van a continuar, sin embargo se proyecta el inicio de nuevas actividades mineras con la construcción de una planta de beneficio y un relave de lodos. Hay algunos incumplimientos de las actividades vigentes en la licencia ambiental, y además, no se han actualizado los procesos para cumplir con las fases y requisitos de las Guías Técnicas de Restauración Ecológica expedidas por el Ministerio de Ambiente.
Plan de contingencia		Descripción de actividades: Se creará un comité de emergencias para disponer las medidas para el control de contingencias. Principalmente se establecerán Planes de Acción para incendios, derrames, impactos imprevistos al medio ambiente, sismos y disturbios civiles.	No se cuenta con Plan de Contingencia en la actualidad.

	Además, sea adelantarán planes de educación y prevención con el personal que labora en el proyecto, las cuales contengan las políticas institucionales sobre seguridad, los aspectos legales relacionados con emergencias, procedimientos de alerta y notificación, instrucciones en el empleo de equipos de res	

Fuente: Elaboración propia con información de los PMA del 2007 y los hallazgos de GEA del 2023.

8.2. Valoración de información secundaria disponible

Para valorar la información secundaria disponible se realizó inicialmente el levantamiento de información de algunos componentes y medios, para posteriormente analizarla en relación con los requisitos establecidos en los términos de referencia para explotación minera.

La información recolectada se presenta a continuación para cada título:

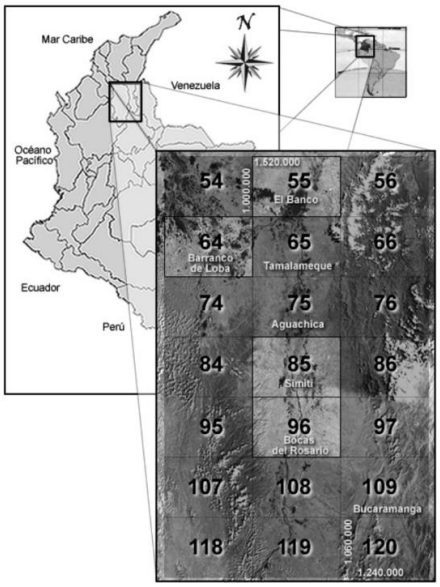
8.2.1. Información secundaria recopilada para el título LSB-2

8.2.1.1. MEDIO ABIÓTICO

8.2.1.1.1. Geología

A continuación se presenta la geología del área de estudia, tomada del Plan de Trabajo y Obras presentado por FEDEAGROMISBOL en el año 2022, la información del Mapa Geológico Colombiano a escala 1:1.500.000, el Atlas Geológico de Colombia del 2023 a escala 1:500.000, la Cartografía Geológica de la Plancha 74 y de la Plancha 84 elaborada por Contrato 511 de 2013 del Servicio Geológico Colombiano con el Consorcio GSG a escala 1:100.000, y finalmente el Convenio de Cooperación entre la Universidad Industrial de Santander e INGEOMINAS para hacer la cartografía geológica de las planchas 55, 64, 85 y 96, desarrollado en el año 2006 a escala 1:100.000.

Ilustración 5. Ubicación de planchas utilizadas



Fuente: Clavijo et al., (2008)

8.2.1.1.1.1. Geología regional

Según el Mapa Geológico de Colombia del año 2023 a escala 1:1.500.000, se encontró que el área del proyecto se encuentra en la unidad cronoestratigráfica número 47, correspondiente a rocas plutónicas intermedias del Jurásico. Con una cronoestratigrafía de granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas.

El Atlas Geológico Colombiano del año 2023 a escala 1:500.000, encuentra que en la zona también se encuentra la Unidad Extrusiva de Las Brisas de domos andesíticos; flujos de lava, de piroclastos y de brechas volcánicas. A su vez, se encuentran rocas plutónicas intermedias del Jurásico, coincidiendo con el MGC.

De manera más detallada se encuentra el estudio de INGEOMINAS con el Consorcio GSG en el 2015, en el área de la plancha 84, la cual abarca el municipio de Montecristo y el área en la que se encuentra el título minero LSB-02, allí se delimitaron 8 unidades cronoestratigráficas que por su continuidad en las planchas adyacentes y características fotogeológicas diferentes, se agrupan en 2 de rocas metamórficas, 4 de rocas ígneas, y 2 depósitos cuaternarios.

Rocas Metamórficas

Neis de San Lucas (MPnsl)

El Neis de San Lucas aflora en dos franjas de dirección norte-sur localizadas en la parte occidental de la Plancha 84 - Los Canelos, separadas por las Filitas y Esquistos de Pinillos. La occidental corresponde a un lente tectónico (F-2, G-2, H-2) limitado por las fallas Amacerí al Este y La Mulata al Oeste. La otra franja tiene 3 km de ancho en el sur y se extiende hasta el límite norte de la plancha, con un ancho de 9 km, prolongándose en la Plancha 74 – Guaranda, limitada al Oeste por la Falla Palestina y las fallas Tigüí, Ariza y La Dorada - La Gloria al Este. (Consorcio GSG, 2015b)

Para la plancha 74 la unidad cartografiada como Neis de San Lucas presenta una gran variedad litológica, predominando neises cuarzo-feldespáticos biotíticos y hornbléndicos, neises migmatíticos, granulitas y granofels y en menor proporción neises anfibólicos y anfibolitas. Las diferentes variedades litológicas se intercalan a manera de bandas, cuerpos tabulares o como lóbulos. En general los afloramientos están entre mediana a altamente diaclasados y parcialmente meteorizados (Consorcio GSG, 2015a) Sin embargo, en la plancha 84 no se tienen estudios recientes de toda la zona, el estudio del Consorcio GSG para el estudio de esta plancha determinó que para la zona central “el tipo de roca predominante es un granofels de cuarzo plagioclasa y feldespato potásico, de color blanco (N9) a gris (N3, N4, N5), con algo de bandeamiento, ocasional textura augen y de grano fino a grueso. Las bandas son de espesores milimétricos a centimétricos; las claras están compuestas por cuarzo y feldespatos intercrecidos y pueden contener parches de pirita y las melanocráticas por minerales máficos especialmente biotita.” (Consorcio GSG, 2015b)

Granofels: Sobre la quebrada Ariza, afluente de la parte alta del río Caribona, en la zona de minas Caribona, se colectaron muestras de granofels constituidas por cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico con biotita asociados con venas y filones de cuarzo mineralizados.

- *Rocas granoblásticas constituidas por cuarzo (25% - 45%):* en cristales xenoblásticos de contornos lobulados y formas alargadas, levemente aplanadas y orientadas, con extinción ondulatoria marcada y localmente desarrollo de lamelas de deformación; puede estar intersticial entre los cristales de plagioclasa, como gotas en los feldespatos y como intercrecimientos mirmequíticos a manera de gusanos en la plagioclasa; limpio o con inclusiones de líneas de opacos y de gotas de feldespato alcalino.
- *Plagioclasa (19%-29%)*: se encuentra como esqueletos de cristales xenoblásticos completamente reemplazados por agregados microcristalinos de sericita; orientados en el mismo sentido del cuarzo, maclados según albita; con inclusiones de cuarzo, a manera de gotas, pirita, circón, e intercrecimientos mirmequíticos.
- *Feldespato potásico (5%-38%):* puede ser ortosa o microclina, xenoblástico inequigranoblásticos, con contornos irregulares y lobulados; presenta desmezclas pertíticas de tipo “boat”, “strig” y “stringlet”, a lo largo del clivaje; puede no tener desarrollo de maclas o presentar maclas de microclina, limpios con alteración a sericita y extinción ondulatoria. Algunas veces tiene desarrollo de bordes de reacción con la plagioclasa y forma mirmequitas a manera de gusanos con cuarzo; se observan inclusiones de cuarzo en forma de gotas. Puede estar alterado a arcillas que le imprimen un aspecto sucio.
- *Esqueletos de láminas de biotita (0,6 %-7,7 %):* orientados definen la foliación metamórfica, con magnetita y esfena residual a lo largo del clivaje y de los bordes; algunas láminas aparecen dobladas y en nidos, puede tener inclusiones de circón.

Granulitas: En muestra de mano son de color gris medio verdoso, de grano medio a fino, compuestas por plagioclasa y piroxeno sin orientación.

- *Plagioclasa (46,8%):* es subidioblástica a xenoblástica, tabular, en mosaicos con otras fases minerales en la roca, equigranular, bien maclada, según albita, albita Carlsbad y Carlsbad no zonada, en maclas combinadas y maclas de periclina.
- *Cuarzo (6,6%)*: xenoblástico, equigranular fino, en mosaicos con plagioclasa-piroxeno, incoloro, ligeramente empolvado, sin deformación textural, con extinción normal a ondulatoria débil.
- *Ortopiroxeno (9,7%)*: subidioblástico a xenoblástico, equigranular fino a medio, de relieve alto, con extinción paralela o de ángulo muy pequeño.
- *Clinopiroxeno (30,6%)*: en cristales idioblásticos a subidioblásticos, prismáticos tabulares, con extinción oblicua.
- *Esfena (2,8%)*: se presenta en cristales abundantes finos romboédricos a xenoblásticos, dispersos entre piroxeno y aislados.
- *Opacos (0,1%)*: escasos asociados, asociados a piroxeno, sin oxidación.
- *Anfíbol (3,4%)*: hornblenda formada en los bordes de clinopiroxeno.

Contactos

La Falla Palestina pone el sector oeste de la franja principal del Neis de San Lucas en contacto fallado con las Filitas y Esquistos de Pinillos; en el sector oriental el contacto también es fallado con el Granito de Norosí a través de las fallas Tigüí en el sur, Ariza en la

parte central y norte, y La Dorada-La Gloria en un tramo del sector Norte. El lente tectónico de la zona suroeste de la plancha está limitado al Oeste por la Falla La Mulata y al Este por la Falla Amacerí y techos colgantes sobre el Granito de Norosí.

Neises de Villa Uribe (PCnvu)

Esta definición se encuentra únicamente en un trabajo desarrollado por López Ramons et al., (2006), donde se desarrolló el Mapa fotogeológico y memoria explicativa de la plancha 84. Allí se caracteriza que la parte más occidental hay una secuencia de tendencia N-S, cortada transversalmente por el cauce actual del río Caribona, con drenajes subangulares y angulares, tono gris medio alto, vegetación densa y una morfología de colinas y crestas con rumbo norte-sur de aspecto similar al del Neis de San Lucas, rocas que en concordancia con la secuencia expuesta en la plancha 64, se considera comparativamente que puede corresponder a Neises anfibólicos que se caracterizan aún como parte del Neis de San Lucas, cartografiados en la plancha de la referencia.

Esta caracterización por su parte es eliminada en el Mapa Geológico ya mencionado para la plancha 84 en el año 2015, y se agrupa todo en el Neis de San Lucas.

Filitas y Esquistos de Pinillos (Pzfep)

El Consorcio GSG caracteriza a una sola unidad cronoestratigráfica a las Filitas y Esquistos de Pinillos, describiéndolos como “el conjunto de rocas metamórficas constituido por filitas y esquistos cuarzo sericíticos grafitosos, ocasionalmente con andalucita, cuarcitas y metalimolitas localizado en el borde NW de la SSL, al Oeste de la Falla Palestina” (Consorcio GSG, 2015b).

El nombre geográfico proviene del municipio Pinillos (Departamento de Bolívar) y fue utilizado por Mantilla Figueroa et al., (2006) para denominar la Unidad Metamórfica de Pinillos, constituida por un conjunto inferior denominado Esquistos de Armenia y un conjunto superior de filitas y, en menor proporción, cuarcitas, que llamaron Filitas de Tapoa (Figura 7), que aflora en los cerros que sobresalen de la Ciénaga del Rosario y del sistema de ciénagas del Brazo de Loba, entre el Corregimiento de Río Nuevo y el municipio de Pinillos, en la Plancha 64 – Barranco de Loba. (Consorcio GSG, 2015b)

Esquistos de Armenia: En la interpretación de las imágenes de satélite y control fotogeológico del estudio hecho por López Ramons et al., (2006), se observan variaciones morfológicas en la Formación Esquistos de Armenia en sentido occidente - oriente, por lo cual se plantea una subdivisión en dos miembros:

- *Miembro basal:* Por comparación con la plancha 64, composicionalmente se considera que puede tratarse de una secuencia de esquistos ricos en quiastolita y algunos niveles aislados de cuarcitas, teniendo en cuenta que en el sector de la Plancha 64, el porcentaje de esquistos quiastolíticos aumentaba hacia la base.
- *Miembro superior:* Hacia el norte, en el área de la Plancha 64, se observó que esta serie de colinas estaba compuesta por esquistos quiastolíticos hacia la base, de color gris oscuro, gradando a esquistos, cuarcitas y filitas hacia el tope.

Filitas de Tapoa: En el trabajo desarrollado por López Ramons et al (2006) se propone subdividir en este trabajo la Formación Filitas de Tapoa en dos miembros, uno inferior y otro

superior, dadas algunas variaciones morfológicas y patrones de apilamiento de fotohorizontes bajo un nivel intermedio de la formación, que pueden inferir un contacto discordante.

- *Miembro inferior:* Por las características litológicas de los cerros visitados en la plancha 64, este miembro es posible que esté conformado predominantemente por cuarcitas y levemente por filitas de color gris claro a oscuro.
- *Miembro superior:* Según las observaciones realizadas hacia el norte, en la plancha 64, este tipo de serranías está compuesto por filitas gris claras a oscuras, con leves intercalaciones de cuarcitas de color blanco a crema, afectadas por diques cuarzo feldespáticos.

En general, este conjunto metamórfico está conformado por rocas esquistosas de color gris medio a gris claro (N4, N6) y verde oscuro (5G3/2), con intercalaciones a manera de bandas y lentes, de metalimolitas y rocas cuarzo-feldespáticas de color blanco. Las rocas más comunes son filitas, esquistos cuarzo-sericíticos, esquistos grafitosos, localmente cuarcitas y metalimolitas. Los afloramientos en el área se encuentran sobre el río Caribona y la quebrada Ariza, en donde se presentan esquistos cuarzo-sericíticos grafitosos, esquistos anfibólicos, esquistos cuarzo-feldespáticos, con filitas y metalimolitas cuarzosas y micáceas. Los esquistos pueden estar cizallados y plegados al Oeste de la Falla Palestina); la orientación preferencial de la esquistosidad es N-S a NE. (Consorcio GSG, 2015b)

Contactos

La Falla Palestina pone en contacto el sector oriental de las Filitas y Esquistos de Pinillos con el Neis de San Lucas; en la región suroeste se identifica un lente del Neis de San Lucas cuyo contacto con la unidad es marcado por las fallas La Mulata y Amacerí. La Falla Mequemeque marca el contacto con la Diorita de Segovia en el sector NW de la plancha. (Consorcio GSG, 2015b)

Rocas Ígneas

Las rocas ígneas en el área de trabajo están representadas por unidades hipoabisales de composición andesítica a dacítica, tobas y brechas del Complejo Volcánico de Noreán y por los cuerpos plutónicos del Granito de Norosí y la Diorita de Segovia. Además, se cartografiaron algunas formas dómicas andesíticas de la Unidad Extrusiva de Las Brisas. (Consorcio GSG, 2015b)

Complejo Volcánico de Noreán (Jn)

Fotogeológicamente, en la plancha 84 se identifican varios miembros del conjunto estratigráfico que define la Formación Norean. Esta unidad es la de mayor cubrimiento dentro de la plancha y es drenada hacia las cuencas oriental y occidental con un control especialmente tectónico (López Ramons et al, 2006)

El Complejo Volcánico de Noreán agrupa una variedad de rocas volcánicas piroclásticas y de flujo mezcladas e interdigitadas; predominan tobas de lapilli y ceniza cristalolíticas, aglomerados líticos, brechas ígneas polimícticas, rocas hipoabisales y lavas de composición riodacítica. En el área de estudio se diferenciaron cuatro conjuntos de rocas volcánicas que se describen a continuación. (Consorcio GSG, 2015b)

Brechas Volcánicas Andesíticas y Dacíticas (Jna): En muestras de mano estas rocas son de color gris verdoso (5G4/1), de estructura brechoide, con clastos o xenolitos de tamaño centimétrico a decimétrico de andesitas, basaltos, neises y granodioritas, de formas angulares e irregulares en una matriz criptocristalina de composición riolítica-andesítica, con anfíboles alterados a clorita y epidota; ocasionalmente venas de cuarzo y plagioclasa.

Estas rocas afloran en algunos sectores de las quebradas La Teta y Platanal, asociadas con los lineamientos de San José–Fátima y la Falla Jogajoga, lo cual podría indicar un emplazamiento de brechas de conducto a través de controles estructurales NE que permitieron exponer en superficie material volcánico con xenolitos incorporados al magma en su ascenso

Rocas Efusivas y Piroclásticas Dacíticas a Riolíticas (Jned): Las rocas de esta unidad varían entre andesitas, basaltos, traquitas, riodacitas y tobas, todas con estructuras de flujo. En muestra de mano las rocas de este conjunto litológico tienen colores rojo pálido (5R6/2), rojo moderado (5R5/4), rosado (5R 7/4), rosa naranja grisáceo (10R8/2); es notoria la textura de flujo en todas las muestras y ocasionalmente se encuentra textura fragmental; están constituidas por cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico (sanidina), epidota y vidrio volcánico.

Son rocas leucocráticas, inequigranulares con matriz microcristalina a vítrea; localmente presentan xenolitos de pórfidos andesíticos y cristales intercrecidos en una matriz holocristalina, la orientación está condicionada por la presencia de cuarzo y feldespato que indican flujo magmático.

La meteorización altera los feldespatos y genera parches de óxidos que rellenan fracturas produciendo un suelo de color rojo pálido (5R6/2) debido al contenido de feldespato potásico y a la oxidación de los minerales ferromagnesianos.

Las andesitas tienen color rojo grisáceo (10 R 4/2), rojo muy oscuro (5R2/6), naranja muy pálido (10YR8/2), color gris medio a claro (N5), están compuestas por fenocristales de plagioclasa epidotizada y una matriz de vidrio.

Piroclastitas, Epiclastitas y Tobas (Jnpe): Este conjunto litológico corresponde a rocas piroclásticas porosas de colores rosa naranja moderado (10R 7/4), rosa grisáceo (5R 8/2), gris claro (N7), naranja muy pálido (10YR8/2), naranja amarillento pálido (10YR8/6), rosa naranja moderado (5YR8/4) y blanco (N9). Las rocas predominantes son tobas, generalmente de ceniza, ceniza-lapilli y lapilli, cristalinas, cristalo-líticas, líticas y vitro-cristalina, rara vez vítreas y algunas brechas. Con frecuencia presentan silicificación y epidotización.

La textura es fragmental y están compuestas por cristales y fragmentos líticos tamaño ceniza y lapilli; cuando se encuentran oxidadas presentan colores amarillo oscuro (5Y 6/4) a pardo amarillento (10YR 4/2). Los cristales estan compuestos por cuarzo, plagioclasa y ocasionalmente por feldespato, anfíbol y vidrio, y los fragmentos líticos son de andesitas con fenocristales de plagioclasa.

Conjunto Hipoabisal Andesítico (Jnha): Esta unidad está conformada por cuerpos masivos, localmente fracturados, afaníticos, porfídicos a microfaneríticos, de color gris oscuro (N3), (Fotografía 20), rosa naranja moderado (5YR8/4), rosa naranja grisáceo (5YR7/2), marrón grisáceo (5Y8/4), moteado por la presencia de plagioclasa, hornblenda, cuarzo, epidota,

biotita, localmente feldespato potásico y piroxenos en una matriz finocristalina oscura; algunas rocas presentan brillo vítreo, óxidos de hierro rellenando fracturas y venillas de cuarzo. Es común la alteración hidrotermal con clorita - epidota a partir de anfíboles.

Las rocas hipoabisales son porfídicas, tienen fractura concoidea, con pirita y calcopirita diseminadas, xenolitos volcánicos, venillas de calcita y manganeso con hábito dendrítico (pirolusita), feldespatos alterados a sericita, filosilicatos arcillosos y pátinas de óxidos de hierro (hematita y goethita).

En sección delgada las rocas de este conjunto corresponden a dacitas porfídicas, andesitas, andesitas porfídicas augíticas y basálticas, basaltos augíticos, latitas porfídicas, riolitas y traquitas.

Contactos

Según López Ramons et al., (2006) la presencia de apófisis del Granito de Norosí asociados a los diferentes conjuntos litológicos del Complejo Volcánico de Noreán, sugieren un contacto intrusivo con este cuerpo plutónico, relación que ha sido descrita y confirmada en otros sitios de la SSL como la Plancha 95 – Buenavista.

Los depósitos piroclásticos de la Unidad Extrusiva de Las Brisas cubren discordantemente las rocas del Complejo Volcánico de Noreán y aparentemente por la expresión morfológica, los domos andesíticos las cortan.

Las rocas del Conjunto Hipoabisal Andesítico presentan contactos intrusivos con los otros conjuntos litológicos del Complejo Volcánico de Noreán, como se desprende de la presencia de diques y silos de andesitas y dacitas porfídicas, en menor proporción cuerpos hipoabisales de dioritas porfiríticas, cuya distribución y relación espacial corresponde a cuerpos que cortan la estratificación de las tobas y epiclastitas de los demás conjuntos del Complejo Volcánico de Noreán, situación que fue observada en la Plancha 95 – Buenavista, al Sur del área de estudio.

Granito de Norosí (J1gn)

El Granito de Norosí aflora como un cuerpo continuo en la zona central del área de estudio, con afloramientos en los carreteables que conducen desde el corregimiento de Villaflor hacia las veredas El Tesoro y Los Robles, en las veredas Los Canelos, La Libertad, La Estrella y El Golfo. Esta unidad también aflora como dos cuerpos aislados dentro del Complejo Volcánico de Noreán en el sector nororiental y centro-oriental de la Plancha 84 – Los Canelos, en las veredas La Unión, Caracol, Mendoza, Arallanes (B-11 y B-12) y en la vía que conduce de Concepción al caserío El Rosario.

Esta unidad está constituida por rocas de color gris claro (N7) a gris oscuro (N3), verde claro (5G/4) moteado de blanco (N9), holocristalinas, isótropas, compactas, faneríticas de grano fino a medio, equigranulares de apariencia moteada, constituidas por cuarzo, plagioclasa, feldespato, hornblenda, biotita y clinopiroxeno.

Los anfíboles frecuentemente se encuentran alterados a clorita y generan colores verdosos en rocas inequigranulares en el sector El Golfo, con venillas de cuarzo, óxidos de hierro y zonas mineralizadas con pirita diseminada.

Constituyen cuerpos masivos, irregulares y fracturados que varían textural y composicionalmente a dioritas, cuarzodioritas y tonalitas y son la roca encajante de mineralizaciones vetiformes con alto contenido de sulfuros y óxidos de cobre. El granito meteorizado y saprolitizado presenta color marrón claro a rosado (5YR 7/2) debido al contenido de óxidos de hierro y feldespato potásico.

Diorita de Segovia (J2j3ds)

La Diorita de Segovia se presenta como cuerpos aislados e irregulares que intruyen Las Filitas y Esquistos de Pinillos al Oeste de la Plancha 84 – Los Canelos. Uno de estos cuerpos se cartografió en el NW del área en la cañada Caimán, extendiéndose hacia el Sur del río Caribona (A-1, B-1, C-1, D-1); un segundo cuerpo aflora a lo largo de la quebrada Aringuacito (D-2, E-2), el tercero se muestra sobre la quebrada La Ahuyama (F-3) y el cuarto se presenta sobre la quebrada El Salado (F-1).

La Diorita de Segovia es un cuerpo intrusivo constituido principalmente por rocas intermedias, granodiorita-cuarzomozonita, localmente dioritas y gabros como facies de borde (González & Londoño, 2002), de estructura isótropa y compacta. Las rocas predominantes son faneríticas, con pátina por óxidos de hierro. Se encuentran rocas leucocráticas de color gris claro (N7), blanco (N9), moteado gris verdoso (10GY5/2) en ocasiones verde claro (5G7/4), de grano fino a medio, compuestas por cuarzo, plagioclasa alterada, biotita y hornblenda, frecuentemente se encuentra pirita diseminada y localmente con estructura brechoide.

Contactos

Cuerpos de la Diorita de Segovia localizados al Oeste de la Falla Palestina intruyen las Filitas y Esquistos de Pinillos, como se observa en el río Caribona al Oeste de la Plancha 84 - Los Canelos.

La presencia de porfiroblastos no orientados de andalucita, variedad quiastolita en las metapelitas, evidencia el carácter intrusivo del contacto. En el sector NW de la plancha estas dos unidades se encuentran en contacto fallado, a través de la Falla Mequemeque. Depósitos cuaternarios fluviales de canal y fluviolacustres cubren discordantemente la Diorita de Segovia, como se observa en el río Caribona y la ciénaga Marmota, respectivamente.

Unidad Extrusiva de Las Brisas (K1lb)

En la Plancha 84 - Los Canelos se delimitaron dos formas dómicas aisladas emplazadas en el Granito de Norosí, en la parte central norte, entre el río Ariza y la quebrada Arenal (B-7) y en la parte central sur, en la quebrada Santa Bárbara (H-5) que lo rodea por el flanco norte, extendiéndose hacia el Sur en la Plancha 95 - Buenavista.

Según (López Ramons et al., 2006) litológicamente esta unidad puede estar constituida por secuencias de tobas, lavas riolíticas y lavas megaporfiríticas cubiertas por espesas secuencias de tobas y cenizas volcánicas.

Depósitos Cuaternarios

En la Plancha 84 - Los Canelos se presentan acumulaciones sedimentarias no consolidadas, del Cuaternario cartografiadas como depósitos fluviales de canal y depósitos fluviolacustres. (Consorcio GSG, 2015b)

Depósitos Fluviales de Canal (Q2fc)

Los Depósitos Fluviales de Canal están distribuidos a lo largo de tres drenajes principales: La quebrada Enanea y sus afluentes en los alrededores del centro poblado Los Canelos, la quebrada La Tabanera y el río Caribona.

Estos depósitos fluviales están constituidos por acumulaciones de cantos de hasta 30 cm de diámetro, ligeramente imbricados con un espesor entre 3 y 4 m, se encuentran en bajos topográficos y forman llanuras de inundación en temporadas invernales. Se originan por la dinámica actual de los drenajes de la zona.

La fuente de estos depósitos son los macizos rocosos de la SSL, por lo cual se encuentran líticos de rocas metamórficas, ígneas intrusivas, ígneas volcánicas, piroclastitas y fragmentos de cuarzo y chert.

Contactos

Los Depósitos Fluviales de Canal cubren discordantemente las rocas más antiguas en el área y son cubiertos discordantemente por depósitos fluviales del río Caribona.

Depósitos de Llanura de Inundación (Q1Q2fal)

Corresponden a depósitos de materiales detríticos acumulados en los alrededores de la Ciénaga Marmota, con aportes significativos de la cañada Caimán.

Están conformados por acumulaciones no consolidadas de arenas de grano fino a muy fino, intercaladas con capas delgadas de limos arcillosos y esporádicas capas de gravas. Los colores son marrón de diversos tonos, hasta grises, dependiendo del contenido de materia inorgánica

Contactos

Los depósitos de llanura de inundación están en contacto discordante deposicional sobre la Diorita de Segovia.

En cuanto a la Geología estructural, la información más completa sobre estudios en esta región se encuentra en el Mapa Geológico adelantado por el Consorcio GSG en el 2015, en contratación con el SGC, allí se caracterizan varios Sistemas de Fallas.

A partir del trabajo de campo realizado por el consorcio, las observaciones geomorfológicas, interpretación de imágenes satelitales y de cartografía geológica publicada, se reconoce un sistema estructural complejo asociado al Sistema de Fallas Palestina.

Fallas

En el territorio que cubre la Plancha 84 - Los Canelos se presentan fallas, generalmente de rumbo, en tres sistemas principales: Palestina (N-S), fallas NE y fallas NW las cuales se describen a continuación.

Sistema de Fallas Palestina

Este sistema es el principal rasgo estructural de la zona de estudio, está conformado por las fallas Palestina, Amacerí, Ariza, La Mulata, Tigüí y Mequemeque, las cuales atraviesan en dirección norte–sur el sector oeste de la plancha.

Falla Palestina: En el trabajo desarrollado por el Consorcio GSG (2015), la continuidad de la Falla Palestina fue definida a partir del análisis de imágenes de sensores remotos y se considera como una falla de rumbo sinestral, subvertical. Se localiza en la región oeste de la Plancha 84 - Los Canelos, en una longitud de 40 km a lo largo de los cuales alinea drenajes, silletas y colinas en sentido NNE a N-S, con pequeños saltos o cambios de rumbo dentro de su propio sistema de deformación; los drenajes principales tienden a ser N-S, con cañones poco profundos; los cauces de algunos drenajes presentan evidencias de movimientos sinestrales que podrían relacionarse con una tectónica reciente. La estructura pone en contacto rocas de basamento Precámbrico del Neis de San Lucas al Este con rocas del Paleozoico de las Filitas y Esquistos de Pinillos al Oeste.

Falla Amacerí: Corresponde a una falla de rumbo sinestral, subvertical asociada al control estructural de la Falla Palestina. Su traza puede seguirse por la alineación en sentido N-S de colinas y drenajes con cañones de hasta 400 m de profundidad con una longitud de 40 km.

Esta estructura pone en contacto rocas metamórficas Precámbricas y Paleozoicas del Neis de San Lucas al Este y Las Filitas y Esquistos de Pinillos al Oeste en la zona suroeste de la plancha. Hacia el Norte afecta las Filitas y Esquistos de Pinillos y desplaza la Falla San Antonio.

Falla La Mulata: La Falla La Mulata se encuentra ubicada en el sector suroeste de la zona de trabajo, controla el cauce de la quebrada La Mulata y presenta una longitud de aproximadamente 14,9 km en dirección N-S, cambiando su curso al NE hacia la parte norte hasta interrumpirse con la Falla Amacerí; hacia el Sur continua su trazo en la Plancha 95 - Buenavista. Esta falla es de rumbo dextral, subvertical y pone en contacto las Filitas y Esquistos de Pinillos con el Neis de San Lucas.

Falla Ariza: El trazo de la falla está ubicado en la zona central del área de estudio (A-6 hasta E-6), tiene dirección N-S, componente inversa y se caracteriza por alinear los filos de las montañas que atraviesa; presenta cañones profundos en la quebrada San Luis (B-6) y se puede seguir a lo largo de 20 km en dos tramos desplazados por las fallas dextrales La Honda y La Dorada - La Gloria. Esta falla pone en contacto rocas precámbricas del Neis de San Lucas al Oeste con rocas jurásicas del Granito de Norosí al Este.

Falla Tigüí: El trazo de la Falla Tigüí fue identificado por el Consorcio GSG (2015) por medio de la interpretación de imágenes de sensores remotos a lo largo de un tramo de 4,8 km aproximadamente, en dirección N-S y cambia su curso al NE desde G-4 hasta F-6; hacia el Sur esta falla es desplazada por la Falla Ororia con movimiento de rumbo dextro-lateral y continua en la Plancha 95 – Buenavista. La Falla Tigüí es de carácter inverso y pone en contacto rocas del Neis de San Lucas con rocas del Granito de Norosí.

Falla Mequemeque: La Falla Mequemeque se localiza en el sector noreste del área de estudio y controla el cauce de la quebrada Mequemeque a lo largo de 5 km con una

dirección N5°E; esta falla es de movimiento inverso y marca el contacto entre las Filitas y Esquistos de Pinillos y la Diorita de Segovia.

Sistema de Fallas NE

Según el Consorcio GSG (2015b) las fallas que hacen parte de este grupo de estructuras se encuentran en la parte central y oriental de la Plancha 84 - Los Canelos, tienen una dirección que fluctúa entre N20°- 60°E, afectan regionalmente rocas de edad jurásica del Granito de Norosí y el Complejo Volcánico de Noreán; además controlan el cauce de quebradas a lo largo de decenas de kilómetros, etas fallas son de movimiento dextral.

Falla La Honda: En la Plancha 84 – Los Canelos esta falla tiene una longitud aproximada de 36 km, es subvertical y controla los cauces de las quebradas Grande y La Honda, formando un cañón en V con facetas triangulares y silletas alineadas en dirección N40°E; en la confluencia de las quebradas Azul y Grande, genera escarpes hasta su convergencia con la Falla Ariza. En las imágenes satelitales se observan algunas estructuras de arrastre en sentido SE - NW que indican un movimiento dextro-lateral.

Falla La Dorada – La Gloria: El trazo de la Falla La Dorada - La Gloria está ubicado en el sector central norte de la Plancha 84 – Los Canelos y corresponde a una falla de rumbo N30°E, dextral con una longitud aproximada de 26 km; controla el cauce y alinea las quebradas San Lucas y Arenal, genera valles poco profundos y cerros alineados. Esta falla corta rocas jurásicas del Granito de Norosí y precámbricas del Neis de San Lucas y desplaza la Falla Ariza por 4,5 km aproximadamente.

Falla Ororia: La Falla Ororia en la Plancha 84 - Los Canelos controla la quebrada que lleva su mismo nombre, genera facetas triangulares, hombreras y silletas alineadas en dirección N40°E a lo largo de 53 km. Deflexiones de cauces secundarios indican un movimiento de rumbo dextro-lateral.

Falla Jogajoga: En la Plancha 84 - Los Canelos el cauce de la quebrada Platanal es controlado por la Falla Jogajoga que va en dirección N60°E, con una longitud de 35 km y se considera de rumbo dextral. Forma valles amplios sobre la quebrada Enanea, cerca al sector de los Canelos en el municipio de Santa Rosa del Sur.

Falla Las Brisas: Esta estructura se presenta en el extremo sureste de la Plancha 84 - Los Canelos, con dirección N30°E, cinemática dextral y buzamiento subvertical a lo largo de 14 km, corta rocas del Complejo Volcánico de Noreán, controla el cauce de la quebrada Las Mercedes y forma cañones medianamente profundos de pendientes moderadas a fuertes.

Sistema de Fallas NW

El Consorcio GSG (2015b) caracteriza este sistema compuesto por las fallas Ariguana y San Antonio localizadas al de la Falla Amacerí, la cual afecta a este sistema. López Ramons et al., (2006) definen estas fallas como de rumbo dextral, controlan el cauce de los drenajes que llevan sus nombres.

Falla Ariguana: La Falla Ariguana está localizada al Noroeste de la Plancha 84, tiene dirección N30°W en una extensión aproximada de 14 km, alinea drenajes y colinas. Es una falla de rumbo dextral y es interrumpida por la Falla Amacerí; afecta rocas de las Filitas y Esquistos de Pinillos.

Falla San Antonio: La Falla San Antonio está localizada al Noroeste de la zona de estudio, tiene dirección N45°E, es subvertical y se reconoce a lo largo de 15 km, en su recorrido afecta rocas de las Filitas y Esquistos de Pinillos, continúa hacia el NW en la Plancha 74 – Guaranda; es desplazada por la Falla Amacerí. López Ramons et al., (2006) indican un movimiento de rumbo dextral para esta falla.

Lineamientos

Los lineamientos regionales identificados por el Consorcio GSG (2015b) en la Plancha 84 – Los Canelos están representados por las siguientes estructuras.

Lineamiento San Francisco: En el sector suroccidental se encuentra este lineamiento con una tendencia regional NW y una longitud de 22 km, asociado al cauce rectilíneo de las quebradas Las Claras y San Francisco, de donde toma su nombre.

Lineamiento San José: Se localiza al Este de la zona de estudio, asociado al cauce rectilíneo de la quebrada San José y a la alineación de algunos cerros y silletas ubicados a lo largo de 19 km con dirección N40°E.

Lineamiento Fátima: Se localiza en la margen oriental de la Plancha 84 – Los Canelos, con dirección N50°E y una longitud de 14 km, paralelo a la dirección de la Falla Ororia y al cauce de la quebrada La Teta.

Lineamiento Caribona: Esta estructura se encuentra en el sector Oeste de la zona de trabajo, controla el cauce del río Caribona por aproximadamente 6 km en dirección N45°W.

8.2.1.1.1.2. Geología de yacimiento

Para esto se tuvo en cuenta el estudio hecho por FEDEAGROMISBOL en su Plan de Trabajos y Obras del año 2022, así como la información obtenida por el Atlas Geológico Colombiano del 2023.

- **Estratigrafía**

En el área del proyecto se encuentra el Batolito de Segovia (J-Pi) con un 96,16% del total, y la Unidad Extrusiva de Las Brisas (b6-Vf) con un 3,84%.

Unidad Extrusiva de Las Brisas (b6-Vf): Según (Mantilla Figueroa et al., 2006) esta unidad descansa sobre la superficie erosiva de aplanamiento de la Serranía de San Lucas, conformada por rocas volcanosedimentarias de la Formación Noreán. Sobre esta superficie se observan flujos lavicos y piroclásticos, domos de forma redondeada, de composición granítica a andesitica alineados o en enjambres, separados entre sí por zonas muy planas que morfologicamente aparentan ser calderas o cañones rellenos por material lávico o piroclástico, tipo cenizas con morfología plana y desarrollo de suelos con horizontes bien definidos, especialmente el nivel orgánico.

Según el Atlas Geológico Colombiano del 2023, tienen un tipo de roca ígnea plutónica de composición intermedia. Además, esta unidad hace parte del Mesozoico Cretácico en su época Inferior, en particular en la edad Albiana, con un tipo de roca ígnea plutónica de composición intermedia. (SGC, 2023)

Batolito de Segovia (J-Pi): El Batolito de Segovia es también conocido como Diorita de Segovia, la cual se encuentra ya definida anteriormente como parte de la geología regional. Esta unidad constituye un cuerpo plutónico de dimensiones batolíticas, con algunos cuerpos menores separados geográficamente y a veces localizados al occidente del sistema tectónico que en gran parte controla su emplazamiento, pero que por sus características petrográficas y relaciones con las rocas metamórficas, se han considerado genéticamente relacionados. La composición predominante es diorítica a cuarzodiorítica con variaciones locales a cuarzomonzonitas – granodioritas y a gabros. (González & Londoño, 2002)

Algunas de las rocas néisicas son cataclásticas, aunque en parte podrían ser protoclásticas; cerca de los contactos tectónicos con neises precámbricos están fuertemente cizalladas y la estructura original ha sido destruida en gran parte. La roca típica es fanerítica equigranular de grano medio, color gris verdoso oscuro moteado, localmente, con cristales rosados de feldespato potásico rodeados por una corona de plagioclasa de color crema. (González & Londoño, 2002).

Según el Atlas Geológico Colombiano del 2023, esta unidad hace parte de la época Media del Mesozoico Jurásico, y según Cadavid Isaza & Madrid Hincapié, (2019), en particular de la edad Calloviana, esta unidad cronoestratigráfica tiene granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas.

En cuanto a las minas de explotación en la zona de yacimiento, el filón es de colores blanco, blanco lechoso, blanco grisáceo, con oxidaciones de óxido de hierro y de pirita que le dan tonalidades rojiza, amarilla, púrpura y negra. Están emplazados dentro de los esquistos verdes, cuarcitas y cuarzodioritas – tonalitas. El filón presenta texturas masivas aplíticas, colmenares, porfiroafaniticas, afaniticas, a veces presentan múltiples cavidades seudocúbicas, predominando tamaños alrededor de 1 mm y arrojando restos escoriáceos negros (reducción de la pirita por alta temperatura) y con oxidaciones de hierro. La dirección del filón sigue rumbo N4°W y buzando 70°SE, sus potencias promedio es de 2,5 metros aproximadamente.

La veta se encuentra emplazada en un régimen de deformación transicional entre frágil y dúctil debido a que se encuentra asociada a una zona de cizalla con deformación dúctil incipiente con estructuras sigmoidales y de boudinage, además hacia las zonas de respaldo están presentes zonas de brechamiento al parecer como respuesta a procesos de deformación previos al emplazamiento de la veta.

La roca caja es granodiorita, en la parte superior se localiza un saprolito. Dentro de la mineralización las principales texturas son boxworks con relleno de óxidos y de relleno de espacios abiertos con cuarzo prismático tipo diente perro. Se observa venilleo milimétrico de cuarzo secundario en zonas de respaldo y de óxidos tipo stockwork. Adicionalmente se observa pirita en venillas y en parches con porcentajes hasta del 50%.

Alteración hidrotermal: De acuerdo al tipo de mineralización “Lodetype” presente, este filón muestra una alteración hidrotermal zonificada en forma paralela a los filones. La alteración es argírica (alteración de las arcillas o caolines) es el tipo más intensamente desarrollado y está restringido a zonas menores de 15 cms de espesor paralelas al filón; aunque no siempre están presentes se presenta posteriormente a esta alteración una etapa de oxidación que es el rasgo más notable de alteración supergénica en donde opera de descomposición de la pirita manchando la roca con coloraciones amarillentas, rojizas,

púrpuras y negros y produciendo porosidad en la roca por la disolución de la pirita, llegando a formar una textura tipo colmenar, otro tipo de alteración supergénico es la gorthita alterada a limolita – chamosita.

Hipótesis genética del yacimiento. Se comparó con la tabla de clasificación elaborada por W. Lindgrn con las observaciones hechas de campo y el estudio petrográfico de rocas mineralogícas, se determinó que el tipo genético de los yacimientos del Sur de Bolívar epitermal, producto de actividad hidrotermal relacionada por la profundidad de menos de 1 Km desde la superficie terrestre; las temperaturas de formación de las soluciones epitermales se encuentran generalmente entre 50°C y 100°C, y pudiendo llegar hasta los 300°C , como característica fundamental es la intensa alteración de la roca encajante esto puede ser debido al mayor fracturamiento de la roca cerca de la superficie. El yacimiento se presenta como verdaderos filones rellenos de fisuras abiertas y de forma tabular, de actividad reciente o relacionada a zonas de falla.

Tabla 16. Análisis del yacimiento LSB-02

Yacimiento Hidrotermal Tipo Epitermal		
Características generales	Silberman y Berger, Modificada de W. Lindgren (1993)	Área Minera de Mina Reserva
Profundidad de formación	Superficial hasta 1000 m	Superficial Hasta 1000 m
Temperatura de formación	50º C – 300º C	50º C – 300º C
Forma	Vetas delgadas hasta anchas, stockworks, diseminaciones y reemplazamientos	Vetas delgadas hasta anchas, diseminaciones y reemplazamientos
Textura de la mineralización	Rellenos de espacios abiertos, crustificación, bandeo coloforme, estructura de peine, brechiación.	Rellenos de espacio abierto.
Elementos de mena	Au, Ag, As, Sb. Hg, Te, Ti, U, Pb, Zn, Cu.	Au, Ag.
Alteración	Silificación, argilitización, sericitizacion, adularia	Sericitizacion, argilitización,
Distintivos comunes	Cuarzo calcedónico de grano fino, cuarzo pseudomorfo según calcita, brechamiento.	

Fuente: Fedeagromisbol, (2022).

- **Estructural**

En cuanto a la geología estructural del área del proyecto, no se tiene registro en trabajo de campo o en información secundaria sobre fallas, pliegues, estructuras sinclinales o anticlinales.

8.2.1.1.2. Geomorfología

La Serranía de San Lucas tiene una geoforma determinada por sus dos sistemas orogénicos: el sistema Palestina-Cimitarra en su porción sur, y el sistema San Lucas al

norte. Las partes más altas se caracterizan por tener vertientes largas y empinadas, mientras que en las estribaciones el relieve está compuesto por colinas y ondulaciones suaves. Su paisaje es el de montaña de clima medio muy húmedo, con lomas profundamente disectadas, que presentan pendientes con inclinaciones entre 25 y 75%. (Banco de Occidente, 1999)

La geomorfología del área de influencia se obtuvo principalmente a partir del mapa de suelos del IGAC, (1997), la Cartografía Geológica de la Plancha 84 elaborada por Contrato 511 de 2013 del Servicio Geológico Colombiano con el Consorcio GSG a escala 1:100.000 y la caracterización hecha por el Glosario de Términos Geomorfológicos aplicados a levantamiento del suelo (2022) de esta misma entidad. Se revisaron algunas otras fuentes bibliográficas, pero no se obtuvo mucha información actualizada de la zona.

Allí se encuentra que el para el área del proyecto el Paisaje Geomorfológico es de Montaña, en un Ambiente Morfogenético Estructural de Montaña con un tipo de relieve de Filas y Vigas. En el caso del estudio del Consorcio GSCG, se encuentra que esta geoforma obedece a una montaña residual aguda, el cual, según la metodología del SGC, corresponde a un ambiente denundacional.

Según este estudio, esta unidad agrupa una serie de montañas de cimas agudas que se diferencia por tener un relieve montañoso a colinado de contraste muy alto a extremadamente alto con alturas entre los 300 y 1 000 msnm. Las laderas son desde largas hasta extremadamente largas de forma convexa a irregular muy inclinadas y ocasionalmente abruptas. Entre las laderas se forman valles en “V” y ocasionalmente en artesa. El drenaje presenta frecuencia alta a media y alta densidad, de forma dendrítica a subparalela en sectores con control estructural. (Consorcio GSG, 2015b)

Concretamente, las filas y vigas hacen parte de los ambientes morfogenéticos estructurales de montaña. El (IGAC, 2022) las define como un tipo de relieve que corresponde a elevaciones naturales del terreno con altura media mayor a 200 metros respecto al nivel de base local y presente en la cordillera en alturas de hasta 3.700 m.s.n.m. en promedio. Su arreglo comprende una configuración similar a la estructura de un techo, con un eje axial principal (fila) y elementos transversales (vigas), perpendiculares al anterior y separados por drenajes.

La fila designa una cresta longitudinal, generalmente con un flanco más abrupto que el otro. La viga constituye una cresta transversal más corta, con una línea de cima muy inclinada, separada de las otras vigas por vallecitos de montaña. Las cimas son alargadas y agudas mientras que las laderas son largas a muy largas con pendiente que va de fuertemente inclinada a muy escarpada. La red de drenaje adopta comúnmente un patrón dendrítico, paralelo y subparalelo generalmente; sin embargo, bajo estructuras rocosas falladas o muy diaclasadas, puede adoptar una configuración tipo trellis.

Su origen está determinado especialmente por procesos endógenos de levantamiento, fracturamiento y fallamiento en diferentes grados de intensidad sobre materiales litológicos ígneos, metamórficos, metasedimentarios y volcanosedimentarios, los cuales, posteriormente se sometieron a la acción de procesos denudacionales intensos. Las pendientes fuertes y las laderas largas favorecen la remoción y arrastre de material por gravedad o escorrentía de la parte alta de la ladera, que luego se deposita en la base de esta y en los vallecitos.

En particular, para esta área la unidad está conformada por las siguientes formas de terreno:

- *Ladera:* forma de terreno que corresponde a una superficie inclinada que surge de la cima hacia la base de la fila y la viga, con perfil topográfico convexo-rectilíneo-cóncavo, de forma compleja, longitud moderada a muy larga y pendiente fuertemente inclinada a muy escarpada.
- *Ladera coluvial:* superficie inclinada de perfil concavoconvexo que se extiende hasta la base de las vigas y se caracteriza por la presencia de acumulaciones irregulares y discontinuas de material detrítico no consolidado proveniente de procesos de remoción en masa. Los materiales detríticos están constituidos por fragmentos rocosos heterométricos angulares, combinados con una matriz de suelo y material de alteración de las rocas.

  Los procesos de remoción en masa están asociados principalmente a la acción de la gravedad, el agua y el hombre, y se manifiestan principalmente como deslizamientos superficiales y acumulaciones de materiales de caída. Aunque estos procesos afectan toda la ladera, las acumulaciones coluviales se localizan principalmente en las partes media e inferior de la misma.

Según la descripción hecha por el IGAC, pese a que hay una gran unidad geomorfológica que abarca toda el área, esta tiene una característica diferente en dos zonas del polígono, las cuales se describen a continuación:

Tabla 17. Unidades Geomorfológicas en el área LSB-02

Paisaje geomorfológico	Ambiente morfogenético	Unidad geomorfológica	Características	Área (ha)	% PP. Área
Montaña	Estructural de montaña	Fila y Viga / ladera	Relieve quebrado a escarpado con laderas largas y medias, complejas, disección moderadamente densa y moderadamente profunda	177,57	56,55%
			Relieve fuertemente quebrado a escarpado, de laderas largas complejas, cimas agudas; presencia de afloramientos rocosos en sectores, disección moderadamente densa y profunda; remoción en masa en sectores.	135,67	43,45%

Fuente: IGAC, (1997)

Pendiente

La pendiente del área del proyecto es en su generalidad pronunciada, sobretodo por las geoformas ya explicadas. Con base en las curvas de nivel de la cartografía base del Atlas

Geológico Colombiano del 2023 se desarrolló el mapa de la pendiente simple, la distribución total es la siguiente:

Tabla 18. Pendientes en el área LSB-02

Pendiente simple	Gradiente de pendiente en %	Área	% PP. Área
Ligeramente plana	< 3	2,48	0,79%
Ligeramente inclinada	3 - 7	6,2	1,98%
Moderadamente inclinada	7 - 12	11,4	3,64%
Fuertemente inclinada	12 - 25	39,20	12,52%
Moderadamente escarpado	25 – 50	140,53	44,72%
Escarpado	50 – 75	92,23	29,46%
Muy escarpado	> 75	21,18	6,89%

Fuente: Elaboración propia con base al mapa de pendiente y curvas de nivel

8.2.1.1.3. Paisaje

Las unidades de paisaje del área de influencia están definidas por sus unidades geomorfológicas y su relación con la cobertura vegetal, las cuales se describen a continuación:

Tabla 19. Unidades de paisaje LSB-02

Cobertura vegetal	Geomorfología	Unidad de paisaje	Área (Ha)	% PP. Área
Áreas agrícolas heterogéneas	Laderas	Áreas agrícolas heterogéneas en laderas	71	22,68%
Bosque denso alto de tierra firme	Laderas	Bosque denso alto de tierra firme en laderas	227	72,52%
Pastos limpios	Laderas	Pastos limpios en laderas	15	4,8%

Fuente: Elaboración propia con base al a imágenes LANDSATT e información geomorfológica

En el caso de la superficie de agua, esta se encuentra dada por algunos ríos y quebradas.

En cuanto a la escala visual, esta se calculó según la Metodología para el Cálculo de la Cuenca visual del paisaje y su valoración económica ambiental hecha por el ANLA en el año 2023, todo por medio del geoprocesamiento de la cuenca visual en la herramienta de ArcMap. Según la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-, (2023)Las cuencas visuales facilitan modelar la visibilidad que se tiene en el terreno y permite plantear situaciones con o sin la introducción de un elemento en el paisaje y así realizar análisis prospectivos con mayores elementos de juicio.

En cuando a la visibilidad hacia la zona del proyecto, es claro que el hecho de que haya zonas de gran escarpe influye en ese aspecto, por lo que la mayoría de la visibilidad sobre el proyecto se encuentra hacia el sur y el occidente del área.

Se realizó el análisis de la cuenca visual para un radio de 6km. En general, se utilizó la clasificación establecida por la metodología del ANLA para diferenciar el impacto en su

visibilidad según alta, media o baja. Para esto se utiliza principalmente el criterio de visibilidad de los vértices desde cada pixel del modelo digital de terreno.

Tabla 20. Escala visual del paisaje LSB-02

Cuenca visual	Nivel de impacto	Área (Ha)	% PP. Área
Plano cercano	Alto	1.987,44	90,24%
Plano medio	Medio	143,59	6,52%
Plano lejano	Bajo	71,23	3,24%

Fuente: Elaboración propia con base al Mapa de Escala visual.

Los niveles de impacto se determinan según la metodología del ANLA de la siguiente manera:

- Alto: Visibilidad entre el 66 y 100% del total de vértices de la infraestructura del proyecto.
- Medio: Visibilidad entre el 33 y 66% del total de vértices de la infraestructura del proyecto.
- Bajo: Visibilidad entre el 0.1% y el 33% del total de vértices de la infraestructura del proyecto.
- Sin Impacto: 0% de visibilidad del total de vértices de la infraestructura del proyecto.

En términos de la visibilidad, en ANLA establece que los proyectos mineros subterráneos como este la infraestructura visible corresponde sobretodo a aperturas de los túneles o infraestructuras superficiales conexas (como zonas de beneficio). Esto puede implicar que las afectaciones al paisaje no sean tan fuertes, a pesar del alto nivel de impacto por el rayo visible existente.

Es claro que existe una afectación en el paisaje, y esto cobra mucha importancia pues el proyecto al estar ubicado en la Serranía de San Lucas, un lugar de una riqueza ecosistémica importante, debe pensar en medidas de mitigación sobre sus impactos ambientales, teniendo en cuenta además las afectaciones a los cuerpos de agua que pasan por allí.

8.2.1.1.4. Suelos y uso de la tierra

Para la determinación del tipo de suelo se revisó el Mapa de Suelos del Departamento de Bolívar a escala 1:100.000 del IGAC.

En la zona se tienen dos unidades cartográficas de suelos: MVA, con un total de 177,57 ha (56,58%), y MPA con un área de 135,67 ha (43,42%). Ambas unidades cartográficas son asociaciones. Según el (IGAC, 2021) en la asociación, que ocurre en un patrón de distribución conocido, las áreas delineadas están conformadas por dos o más suelos disímiles, o por suelos y áreas misceláneas con sus respectivas fases. En todas las delineaciones que conforman la asociación los componentes principales están presentes, aunque sus proporciones pueden variar de una delineación a otra. Para la clasificación por capacidad de uso se evalúan solamente las características de la fase del suelo dominante y se toman los factores limitantes que lleven a la respectiva categoría de capacidad de uso.

Tabla 21. Tipo de suelo en el área del LSB-02

UCS	Asociación / Consociación	Clase agrológica	Subclase agrológica	Área (Ha)	% PP. Área
MVA	Asociación Oxic Dystropepts (45%); Typic Dystropepts (35%); y Typic Troporthens (20%)	VII	Limitaciones debidas a la topografía y al suelo	177,57	56,55%
MPA	Asociación: Typic Dystropepts (40%); Typic Hapludox (40%); Typic Troporthens (20%).	VII	Limitaciones debidas a la topografía y al suelo	135,67	43,45%

Fuente: IGAC, (1997)

Los suelos Oxic Dystrudepts se localizan de preferencia en los taludes de derrubio de los crestones y presenta un perfil tipo A - C. El horizonte A tiene color pardo oscuro, textura franca arcillo arenosa y estructura en bloques, moderada; el horizonte C es pardo rojizo con abundantes manchas blancas y su textura es arcillosa. Son suelos muy superficiales por contenidos tóxicos de aluminio, de reacción fuertemente ácida, con muy bajos contenidos de calcio, magnesio, potasio y fósforo; la saturación de bases es baja y también la fertilidad natural. (Instituto para la Investigación e Innovación en Ciencia y Tecnología de Materiales -INCITEMA-, s/f)

Los suelos Typic Dystropepts se localizan en la parte media de las lomas, son bien drenados, moderadamente profundos, texturas medias sobre finas; se han formado a partir de lutitas. La secuencia de horizonte del perfil es de tipo A / B / C; el horizonte A es 12 cm, de color pardo oscuro, textura franco arcillosa y estructura en bloques subangulares; el horizonte B es de color pardo, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares medios; el C aparece a 40 cm, tiene color pardo oscuro, textura arcillosa y estructura masiva. La reacción es fuertemente ácida, en contenido de materia orgánica es bajo, la fertilidad natural es baja. (Alcaldía de Florián & Universidad Industrial de Santander, 2003)

Los Suelos Typic Troporthents son moderadamente profundos, limitados por la roca; el drenaje natural es excesivo, y presentan pedregosidad dentro del perfil y sobre la superficie; se localizan en las áreas más pendientes. Morfológicamente el perfil es de tipo AC, el horizonte superficial A tiene menos de 40 cm. de espesor, color gris muy oscuro; textura arenosa franca, estructura muy incipiente y consistencia friable. El horizonte C es de color gris muy oscuro, de textura arenosa franca y no tiene estructura. La pendiente pronunciada la susceptibilidad a la erosión y la pedregosidad, constituyen las principales limitantes del uso. Químicamente son suelos con reacción muy fuertemente ácida, capacidad catiónica de cambio y saturación de bases bajas. La materia orgánica y la fertilidad son bajas. (Corporación Autónoma Regional del Tolima -CORTOLIMA-, 2006)

Los suelos Typic Hapludox son oxisoles con epipedón ócrico y endopedón óxico, con predominio de minerales muy estable en su fracción arenosa (cuarzo) como en la arcillosa (caolinita), son suelos profundos, bien drenados, con bases totales y saturación de bases bajas (IGAC, 2004). Cuentan con un régimen de humedad údico y ubicado en relieves de

filas y vigas, lomas o terrazas (Universidad Nacional & SGC, sf). Además, son suelos profundos, bien drenados, con bases totales y saturación de bases bajas.

Capacidad y vocación del suelo

Según la Metodología de Clasificación de las tierras por su capacidad de uso, la capacidad está fundamentalmente dada por la clasificación agrológica; además, “es de carácter interpretativo y se fundamenta en los efectos combinados del clima ambiental y las características permanentes de los suelos, sobre los riesgos de deterioro, las limitaciones en su uso, la capacidad de producción y los requerimientos de manejo del suelo” (IGAC, 2021).

Teniendo en cuenta lo anterior, en el área del proyecto se encuentra únicamente una clase agrológica: Clase VII. Según la metodología del IGAC, las tierras de clases 6 y 7 no tienen capacidad para agricultura, excepto para cultivos específicos semi perennes o perennes, semi densos y densos y sistemas agroforestales y forestales, debido a severas limitaciones como pendientes escarpadas; eventualmente las de menor pendiente (clase 6) podrían utilizarse en ganadería. Cualquiera de estas clases de uso requiere intensas prácticas de manejo y de conservación.

Las tierras de clase 7 presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, pero cuando las condiciones del relieve o la topografía y los suelos ofrecen suficiente profundidad efectiva para el anclaje y el desarrollo normal de las raíces de las especies arbóreas se puede hacer un uso sostenible del recurso forestal de tipo productor, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la muy alta susceptibilidad de los suelos al deterioro.

Tabla 22. Características del suelo para clase agrológica VII

Características	Parámetro(s)	Límites de Variación
Pendiente	%	50 - 75
Erosión	Grado	No hay, Ligera, Moderada, Severa Cualquiera, con excepción de grado muy severo
Movimientos en masa	% de área afectada	No hay; muy poca; poca; frecuente; abundante (50-75%)
Drenaje natural	Estado	Cualquiera
Inundaciones	Frecuencia y duración	No se presentan, raras, ocasionales, frecuentes; muy cortas, cortas, largas o muy largas
Encharcamientos	Frecuencia y duración	No se presentan, raros, ocasionales, frecuentes; muy cortos, cortos, largos o muy largos
Profundidad efectiva	Cm	Cualquiera
Textura	CTP	Cualquiera
Fragmentos en el suelo [1]	% por volumen	>60
Pedregosidad superficial	% de área afectada	50 - 90
Afloramiento rocoso	% de área afectada	<90
Fertilidad	Calificación	Cualquiera
Contenido de sales [2]	CE y % de sales	No se presentan; ligero; moderado; fuerte
Contenido de sodio [2]	RAS y profundidad	No se presenta o se presenta a cualquier profundidad.
Sales y sodio	% de Na intercambiable (PSI)	<75
Características	**Parámetro(s)**	**Límites de Variación**
	% de área afectada	>75
	Profundidad	<25 cm., de profundidad
Ca / Mg	V/r de relación y prof.	Cualquiera
Saturación de aluminio	%	>90
Distribución de lluvias	Distribución	1;2;3;4;5;6;7 (Tabla 28)
Piso térmico	Clase	Cálido; templado; frío; muy frío; extremadamente frío
Condición de humedad	Ambiente	Pluvial a semiárido
Temperatura / heladas	°C y frecuencia de heladas	>4°C; cualquier frecuencia

[1] Fragmentos rocosos en el suelo. Se acepta un porcentaje >90% (fragmental), si los suelos tienen una capa de suelo entre 10 y 25 cm de espesor.
[2] Presencia de sales y sodio. Uno u otro o ambos a <25cm de profundidad

Fuente: IGAC, 2021.

El suelo también presenta dos subclases de capacidad. Una subclase se encuentra definida como “una categoría del sistema de clasificación por capacidad de uso, que especifica en las clases 2 a la 8, uno o más factores limitantes generales y específicos para la UCS. Es decir, la subclase agrupa tierras que poseen el mismo número de factores y grados de limitaciones.” (IGAC, 2021). En términos generales se conocen limitaciones por pendiente (p), erosión (e), humedad en exceso (h), suelo (s) y clima (c). De acuerdo con el peso o importancia de las limitaciones, el orden en que deben aparecer en el símbolo cartográfico de las unidades de capacidad cuando se presente más de una, es el siguiente: p, e, h, s, c.

En el caso del suelo en el área del proyecto, se encuentra la subclase e y s.

Subclase por limitación de erosión (e): La conforman los suelos que se encuentran afectados, bien sea, por pérdida acelerada de suelo, causada por la mala utilización de los terrenos y las prácticas de manejo inadecuadas o por fenómenos de remoción o movimientos en masa. En la subclase únicamente se tienen en cuenta los procesos erosivos actuales y los movimientos en masa; unos u otros limitan la capacidad de uso de los suelos y exigen prácticas de manejo especiales. Se califica el grado de erosión y la frecuencia de los eventos por unidad de área. No se tiene en cuenta la susceptibilidad a la erosión.

La degradación de las tierras por erosión conlleva una disminución significativa de su capacidad productiva y de los rendimientos potenciales. La degradación puede obligar a emplear las tierras en actividades de menor productividad; también puede tener efectos negativos o desfavorables fuera de la unidad estudiada, como la formación de depósitos de suelo erosionado, el vertimiento del material en las corrientes de agua o la acumulación detrás de las represas, entre otros.

Subclases por limitación de suelo (s): se califica de acuerdo con las limitaciones físicas y químicas, que dificultan e impiden el normal desarrollo de las raíces de las plantas y las prácticas de labranza del suelo.

Los factores físicos que limitan el desarrollo radicular son: La poca profundidad efectiva de los suelos, las texturas gruesas o muy finas en las diferentes capas u horizontes y la presencia de fragmentos de roca dentro del suelo o en la superficie de este y la de afloramientos rocosos.

Entre los factores químicos se encuentran la baja fertilidad, la presencia de sales y sodio, las altas saturaciones de aluminio intercambiable, el contenido de selenio y otros elementos químicos que restringen el normal crecimiento de las plantas. Algunos de ellos, como la presencia de sodio y la relación calcio/magnesio estrecha o invertida, sólo se tienen en cuenta en estudios semidetallados y detallados.

La profundidad efectiva del perfil de suelo está limitada por factores físicos y químicos, como: Abundancia de fragmentos gruesos, cambio textural abrupto (para algunas plantas), presencia de roca, horizontes endurecidos, compactos o calcáreos, texturas esqueléticas o fragméntales y sales y/o sodio, entre otros.

8.2.1.1.5. Hidrología

En cuanto a la hidrología, la zonificación hidrológica establecida por el IDEAM en el 2013, y que fue actualizada por el IDEAM para el 2022 con base a la actualización cartográfica del IGAC -bajo la cual no varió la delimitación de la zona donde se encuentra el área del proyecto-, el área de influencia del proyecto se encuentra en el Área Hidrográfica del Magdalena-Cauca, en la Zona Hidrográfica del Cauca, y en la Subzona Hidrográfica de Directos Bajo Cauca – Ciénaga La Raya entre río Nechí y Brazo de loba, la cual tiene un área de 434.133,58 hectáreas, las cuales en su totalidad se encuentran bajo la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar, ocupando el 22,23% de su superficie. Adicionalmente, según la cartografía base de IGAC, por la zona pasa el río Ariza, el cual es el afluente principal del río Caribona.

Esta subzona hidrográfica cuenta con los siguientes valores de oferta y calidad del agua:

Tabla 23. Valores de oferta y calidad del agua para Subzona Hidrógrfica

Zonificación hidrográfica			Oferta total			Oferta disponible			Usos del agua			Calidad del agua – Cargas contaminantes			Transformación de zonas potencialmente inundables (ZPI)		
SZH	Nombre de subzona hidrográfica	Área (km^2)	Año húmedo (millones m^3)	Año medio (millones m^3)	Año seco (millones m^3)	Año húmedo (millones m^3)	Año medio (millones m^3)	Año seco (millones m^3)	Demanda hídrica (millones m^3)	Huella hídrica azul (millones m^3)	Huella hídrica verde (millones m^3)	DBO (t/año)	DQO (ton/año)	SST (t/año)	Área total del ZPI (km^2)	Área transformada en la ZPI (km^2)	Transformación (%)
2626	Directos Bajo Cauca – Cga. La Raya entre río Nechí y Brazo de Loba	4339	17655,5	8790,5	3778,7	10471,5	5213,6	2241,1	36,2	14,6	1356,1	649	1132,6	1219,6	1074,4	466,3	43%

Fuente: Estudio Nacional del Agua 2022 (IDEAM, 2023)

Demanda hídrica

Para el año 2022, según el ENA, la SZH Bajo Nechí, que comprende los municipios de Montecristo, Tiquisio, Achí, San Jacinto del Cuca, Altos del Rosario y Norosí, cuenta con una demanda estimada entre los 30 a 50 Mm^3, y según este estudio, el sector minero es el que registra la mayor demanda de agua de otra zona hidrográfica, el Bajo Nechí.

Indicadores del Sistema hídrico

Los indicadores que se presentan a continuación corresponden a valores para toda la cuenca hidrográfica, es decir la SZH 2626 – Directos Bajo Cauca – Cga. La Raya entre río Nechí y Brazo de Loba.

Tabla 24. Indicadores del Sistema Hídrico

Tipo de indicador	Indicador	Descripción del indicador	Valor	Categoría
Características de oferta hídrica	Índice de Aridez (IA)	Permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial.	< 0,15	Alta
	Índice de Regulación Hídrica (IRH)	Evalúa la capacidad de la cuenca para mantener y regular un régimen de caudales, la cual está limitada por la interacción del sistema suelo-vegetación (características físicas y morfométricas de la cuenca).	0,8	Alta

Indicadores de intervención antrópica	Índice de uso de agua superficial (IUA)	Representa la relación entre la oferta y la demanda hídrica de los sectores económicos. En condiciones hidrológicas de año medio y seco.	Año medio: 0,01	Muy baja
			Año seco: 0,02	Baja
	Índice de agua no retornada a la cuenca (IARC)	Corresponde a la relación de la huella hídrica azul con la oferta hídrica disponible. El agua, al ser incorporada en procesos antrópicos, sobretodo de producción, puede no ser retornada a la cuenca, lo que se manifiesta como pérdida de agua, generando alteración de procesos y dinámicas del agua en las cuencas	0,0	Muy baja
	Índice de presión hídrica al ecosistema (IPHE)	Se estima a partir de la relación entre la huella hídrica verde total y la disponibilidad del agua verde en una subzona. En una cuenca, la competencia por agua verde puede ser una consecuencia de la ampliación de la frontera agropecuaria, que afecta de manera directa la sostenibilidad de la provisión de servicios ecosistémicos.	0,5 – 0,8	Alta
	Índice de eficiencia en el uso del agua (IEUA)	Se calcula con base en la relación entre la demanda y la huella hídrica	0,4	Alta
Indicadores del estado de calidad y presión por contaminación	Índice de alteración potencial del agua (IACAL)	Es el referente de la presión sobre las condiciones de calidad de agua en los sistemas hídricos superficiales. Se evalúa a partir del promedio de las jerarquías asignadas a las cargas contaminantes de materia orgánica, sólidos suspendidos y nutrientes ejercidas por el sector doméstico de 1099 municipios y el industrial (a 4 dígitos CIIU23) de 186	Año medio: 1	Baja
			Año seco: 2	Moderada

		municipios y agrícola (café y cultivo de coca).		
	Índice de calidad del agua (ICA)	Señala el grado de calidad de un cuerpo de agua, en términos del bienestar humano independiente de su uso. Este número es una agregación de las condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicas del cuerpo de agua, el cual da indicios de los problemas de contaminación.	0,00 – 0,50	Malo
Indicadores de vulnerabilidad	Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento (IVH)	Mide el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta en el abastecimiento de agua, que ante amenazas – como periodos largos de estiaje o eventos como el fenómeno cálido del Pacifico (El Niño) - podrían generar riesgos de desabastecimiento.	Año medio: Baja Año seco: Moderada	

Fuente:(Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar -CSB-, 2024)

Finalmente, la evaluación integrada del agua elaborada por el Estudio Nacional del Agua del 2022 identifica las subzonas hidrográficas críticas en relación con la variabilidad de la oferta hídrica natural y el análisis del recurso hídrico por condiciones de uso, expresadas en presiones y afectaciones por contaminación. Consolida los índices de estado y de intervención antrópica. Para la SNH 2626, se obtuvieron la calificación de Media.

Tabla 25. Evaluación General de la Subzona Hidrográfica

SZH	Variabilidad de la oferta hídrica total de superficial (VOH)	Variabilidad del recurso hídrico en condiciones extremas a partir de las presiones sobre la oferta hídrica natural (VRH)	Índice de presión hídrica sobre los ecosistemas (IPHE)	Índice de Alteración potencial de la calidad de agua, condiciones de oferta hídrica año seco (IACAL)	Uso de Sustancias químicas por la producción y Transformación de coca	Erosión hídrica potencial efectiva (EHPE)	Porcentaje de transformación de zonas potencialmente inundables	Índice multivariado de sequía, agregado a 3 meses	Índice de afectación por desabastecimiento hídrico por condiciones hidroclimáticas extremas	Categorización Subzonas hidrográficas resultado de evaluación integral	
2626	Media	Media	Alta	Moderada	Media	Baja	Alta	Media	Alta	2,6	Media

Fuente: (Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar -CSB-, 2024)

En cuanto a los datos de caudales, no se encontró en el IDEAM información de estaciones limnográficas en el municipio de Montecristo, y las estaciones de las cuales se obtuvo información son las siguientes:

Tabla 26. Disponibilidad de datos sobre caudales

Código Estación	Nombre Estación	Latitud	Longitud	Municipio	Datos encontrados
25027910	La Raya	8,344555	-74,561222	San Jacinto del Cauca	Caudal medio mensual de los últimos 10 años, con una interrupción solo de 5 meses del 2022
25027200	Las Varas	8,39	-74,56	San Jacinto del Cauca	Caudal medio mensual de los últimos 10 años
23207050	Nobleza LA	8,5175	-73,883611	Río Viejo	Caudal medio mensual de los últimos 10 años, pero hay información faltante de varios meses en diferentes años.

Fuente: Base en datos del IDEAM (2024)

A la fecha, según el Plan de Acción de la CSB 2024-2027, se encuentra viabilizado y en proceso de asignación de recursos el proyecto de Formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica Directos Bajo Cauca – Cga La Raya entre Río Nechí y Brazo de Loba.

8.2.1.1.6. Atmósfera

En cuanto a este componente, la información secundaria recolectada se obtuvo principalmente del IDEAM. Sin embargo, el municipio donde se encuentra el proyecto, en este caso Montecristo, no cuenta con mucha información actualizada, por lo que a continuación se presentan algunas tendencias con información de estaciones de municipios aledaños como San Jacinto del Cauca y Arenal.

Precipitación

Las estaciones que cuentan con algo de información de los últimos 5 años son las siguientes:

Tabla 27. Disponibilidad de datos sobre precipitación

Código Estación	Nombre Estación	Latitud	Longitud	Municipio	Datos encontrados
25020330	Caimital	8,366388	-74,569166	San Jacinto del Cauca	Precipitación total mensual de enero a mayo 2023
25020410	La Candelaria	8,219444	-74,728750	San Jacinto del Cauca	Precipitación total mensual de mayo a diciembre 2023
25020420	Las Varas	8,384571	-74,563661	San Jacinto del Cauca	Precipitación total mensual noviembre 2023 a junio 2024
25020810	Astilleros	8,291333	-74,605722	San Jacinto del Cauca	Precipitación total mensual de julio a diciembre 2022
25027910	La Raya	8,344555	-74,561222	San Jacinto del Cauca	Precipitación total mensual de enero 2019 a junio 2022
25020970	Arenal	8,459444	-73,941111	Arenal	Precipitación total mensual del 2019 al 2024

Fuente: Base en datos del IDEAM (2024)

Teniendo en cuenta lo anterior, por razón de la discontinuidad en los datos no fue posible desarrollar una tendencia de la precipitación durante los últimos años para todas las estaciones.

Esta misma tendencia en cuanto a la información, se repite para diferentes parámetros meteorológicos

8.2.1.2. MEDIO BIÓTICO

8.2.1.2.1. Ecosistemas

En cuanto a los ecosistemas presentes en el área, se tiene en cuenta inicialmente la cobertura de la zona, la cual se obtuvo del Mapa de cobertura de tierras; este se elaboró bajo la metodología Corine Land Cover adaptada para el país. Se tomó como base el Mapa Nacional de Coberturas de Tierra escala 1:100.000 desarrollado por el IDEAM en el 2018, y adicionalmente se ajustaron los polígonos teniendo en cuenta la vista y el análisis de imágenes satelitales por métodos no supervisados en ArcGis. La cobertura que se presenta en el área es la siguiente:

Tabla 28. Cobertura de la tierra en el área del LSB-02. Metodología CLC

Cobertura	Área (Ha)	% PP. Área
2.3.1. Pastos limpios	15,906	4,79
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	70,57	22,54
3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme	226,68	72,67

Fuente: Elaboración propia con base de imágenes satelitales del 2024 y Mapa Nacional de Coberturas 2018.

8.2.1.2.2. Ecosistemas terrestres

En 2008, la Serranía de San Lucas fue incluida como Área Importante para las aves y la Biodiversidad (IBA- CO034) por BirdLife International con un área de 30.000 hectáreas.

Según PNN y el WCS, quienes desarrollaron la caracterización biológica de la Serranía para el año 2015, de las 587 especies registradas en el área, 10 son endémicas de Colombia y 10 revisten algún grado de amenaza de extinción a escala nacional o global. (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022)

Este mismo estudio registró en la Serranía 1.093 especies de plantas, 71 géneros o morfotipos de macroinvertebrados acuáticos, 45 especies de escarabajos coprófagos, 185 de mariposas, 129 de peces, 69 de anfibios, 62 de reptiles, 587 de aves y 191 de mamíferos (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022)

Del total de especies registradas durante las caracterizaciones biológicas realizadas en el marco de la implementación de la ruta para el establecimiento de un área protegida en la zona, se identificaron nuevas especies o subespecies para la ciencia, entre las cuales se destacan cuatro especies de mariposas (Perrhybris sp. nov., Perrhybris sp. nov., Perrhybris sp. nov. y Euptychia sp.), dos subespecies de mariposas (Dismorphia amphione ssp. nov., y Opoptera aorsa ssp. nov.), una nueva especie de lagarto de colores (Cnemidophorus sp. nov.) (Arias y Bolívar, en prensa), además de tres subespecies nuevas en el grupo de las aves (Basileuterus tristriatus sanlucasensis, Henicorhina leucophrys ssp. nov., Ocreatus underwoodi ssp. nov.). (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022)

8.2.1.2.3. Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

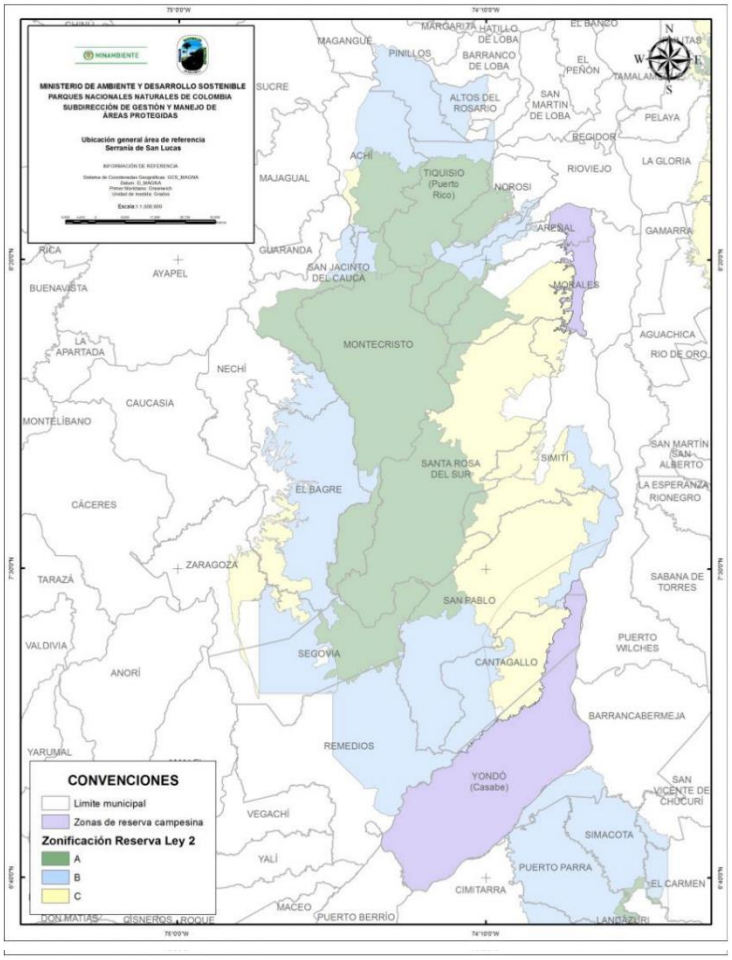
La serranía de San Lucas, se encuentra en el área declarada como Zona de Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida por la Ley 2° de 1959, la cual fue zonificada por medio de la Resolución 1924 de 2013 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS. Esta resolución estableció 3 tipos de zonas:

- Tipo A: Zonas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural; y el soporte a la diversidad biológica.
- Tipo B: Zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal mediante un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.
- Tipo C: Zonas que por sus características biofísicas ofrecen condiciones para el desarrollo de actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la Reserva Forestal, que deben incorporar el componente forestal, y que no impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales.

Por otra parte, para el 2015 el MADS expide una nueva resolución (Resolución 1628), la cual declara y delimita unas *"zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente",* entre las cuales se encuentra el *Polígono 3.*, el cual corresponde a una parte de los municipios de San Pablo, Cantagallo, Simití, Santa Rosa del Sur, Montecristo, Arenal, Río Viejo, Tiquisio, Morales y Norosí, en el Departamento de Bolívar; y, El Bagre, Remedios y Segovia, en el Departamento de Antioquia. Esta delimitación se realizó con el fin de prevenir el peligro caracterizado por las actividades mineras que no contasen con evaluación ambiental previa, con la cual fueron restringidas

nuevas concesiones mineras en esta zona, esta resolución fue prorrogada mediante la resolución 1433 de 2017.

Ilustración 6. Zonificación Reserva Ley 2°/1959 – Serranía San Lucas



Fuente: (Alianza para la conservación de la biodiversidad, s/f). Información de la Resolución 1924 de 2013 del MADS

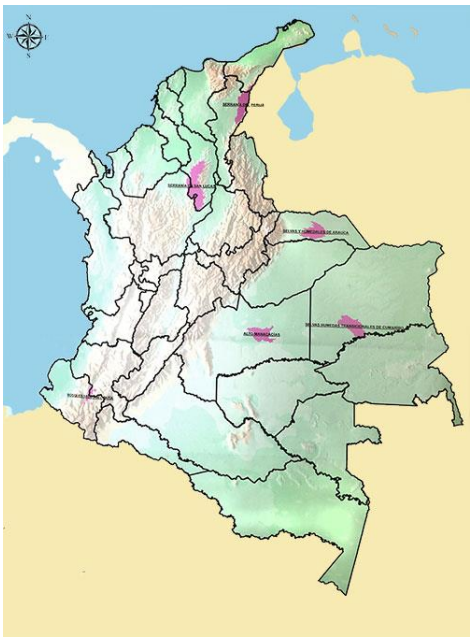
En 2008, fue incluida como Área Importante para las aves y la Biodiversidad (IBA- CO034) por BirdLife International con un área de 30.000 hectáreas. Según PNN y el WCS, quienes desarrollaron la caracterización biológica de la Serranía para el año 2015, de las 587 especies registradas en el área, 10 son endémicas de Colombia y 10 revisten algún grado de amenaza de extinción a escala nacional o global. (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022)

Este mismo estudio registró en la Serranía 1.093 especies de plantas, 71 géneros o morfotipos de macroinvertebrados acuáticos, 45 especies de escarabajos coprófagos, 185 de mariposas, 129 de peces, 69 de anfibios, 62 de reptiles, 587 de aves y 191 de mamíferos (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022)

Del total de especies registradas durante las caracterizaciones biológicas realizadas en el marco de la implementación de la ruta para el establecimiento de un área protegida en la

zona, se identificaron nuevas especies o subespecies para la ciencia, entre las cuales se destacan cuatro especies de mariposas (Perrhybris sp. nov., Perrhybris sp. nov., Perrhybris sp. nov. y Euptychia sp.), dos subespecies de mariposas (Dismorphia amphione ssp. nov., y Opoptera aorsa ssp. nov.), una nueva especie de lagarto de colores (Cnemidophorus sp. nov.) (Arias y Bolívar, en prensa), además de tres subespecies nuevas en el grupo de las aves (Basileuterus tristriatus sanlucasensis, Henicorhina leucophrys ssp. nov., Ocreatus underwoodi ssp. nov.). (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022)

Ilustración 7. Áreas de protección - Serranía San Lucas



Fuente: Resolución 1628, (2015)

Si bien este proceso no ha culminado, a la fecha Parques Nacionales Naturales avanza en la consolidación de una propuesta de Distrito Nacional de Manejo Integrado, la cual cuenta con algunas u otra categoría armonizada con las comunidades.

8.2.1.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

8.2.1.3.1. Componente demográfico

Dinámica de poblamiento

El Sur de Bolívar es una Región que se ubica en la Serranía de San Lucas y se encuentra en el medio de los dos principales ríos del país, el Magdalena y el Cauca, limita con los departamentos de Cesar, Santander, Antioquia, Córdoba y Sucre, cubriendo 17 municipios.

Esta región comenzó a poblarse por un continuo desplazamiento presentado en los departamentos cercanos, primero llegan personas huyendo de la violencia de los años 40-50, principalmente liberales que se ubican en las estribaciones de la serranía para protegerse de las imposiciones de los conservadores, allí comienzan a desarrollar actividades como la agricultura, la pesca, la explotación maderera y de oro de aluvión que les permitieron establecer una forma de vida. Estas actividades económicas fueron la

motivación principal de nuevos pobladores en la década del sesenta. (FEDEAGROMISBOL, 2007)

Para principios de los años ochenta se inicia el *bum* del oro, se descubre la primera mina de oro de beta (al interior de la montaña) que se denominó mina azul, descubrimientos realizados de manera artesanal y sin estudios técnicos por los habitantes de la serranía, luego se descubrió mina seca en el año 1982, y al finalizar la década aparecen las minas de la parte alta (Caribe, Viejito, Gallo, Paraíso entre otras) y las ubicadas en el Norte en San Martín de Loba (FEDEAGROMISBOL, 2007)

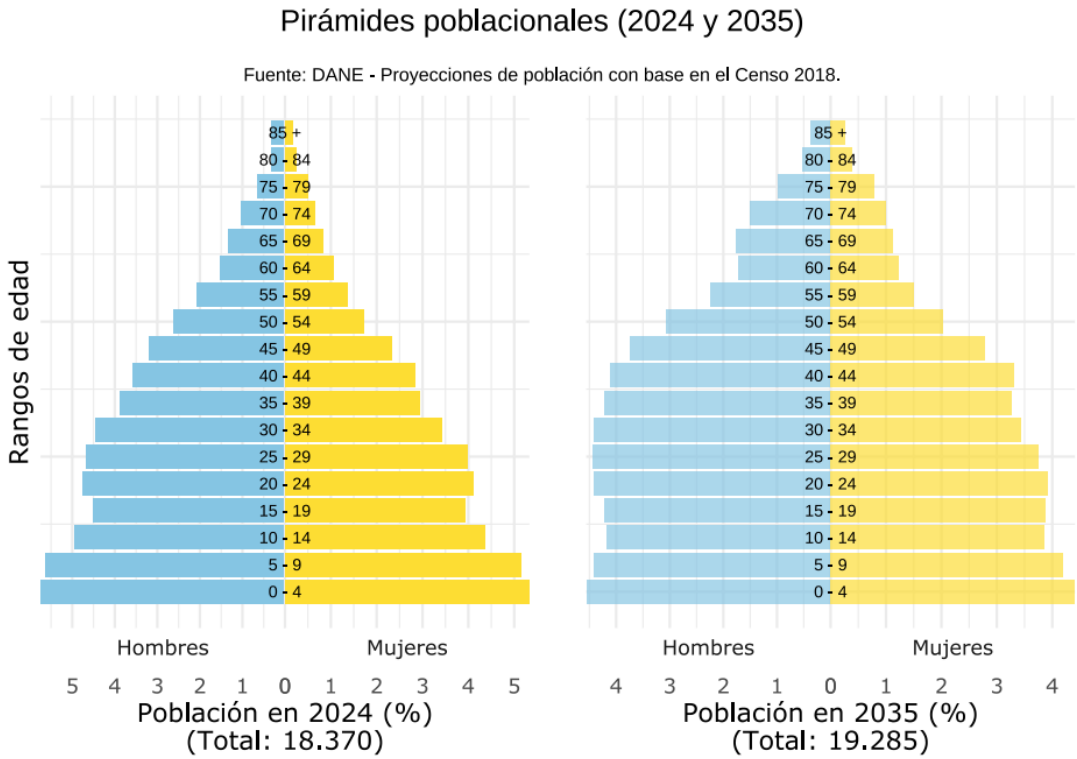
Dinámica poblacional

Según Rutas del conflicto (2021) “El Estado tiene deudas históricas con este territorio con zonas en donde aún no llega la energía eléctrica, el agua potable, las opciones de educación son escasas” y, para el año 2017 “el 46,2% de la población de los 11 municipios del Sur de Bolívar vive con sus Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), y el 17,73% vivía en miseria”. En el municipio de Montecristo hay una población total de más de 16.000 personas, de las cuales cerca del 45% son mujeres y 55% son hombres.

En términos de la población étnica, a cifras del último Censo Nacional de Población y Vivienda del 2018, el municipio contaba con 0,2% de indígenas y 19,7% de afrocolombianos, y el restante no se reconoce dentro de ningún grupo étnico.

La estructura poblacional se encuentra definida por la siguiente pirámide:

Ilustración 8. Estructura poblacional de Montecristo



Fuente: Terridata - DNP

8.2.1.3.2. Componente espacial

Según cifras del Departamento Administrativo Nacional -DANE-, (2018), en el municipio de Montecristo solo el 57,8% de las viviendas cuenta con energía eléctrica, 31% a acueducto, el 0,6% de las viviendas tiene acceso a sistema de alcantarillado, el 0,2 cuenta con gas natural, el 19,5% tiene un sistema de recolección de basuras, y el 10,8% cuenta con internet.

En cuanto a estructuras viales, según la cartografía base del IGAC, en el polígono del área no se encuentran vías, sin embargo, en las zonas más aledañas, más cerca al título LSB-03, se encuentra una Vía tipo 6, la cual según el IGAC es un “camino o sendero de adecuación vial generalmente rural, por el cual transitan principalmente peatones y animales. La superficie no tiene pavimento ni afirmado” (sf).

8.2.1.3.3. Componente económico

El área del proyecto se encuentra localizada en el Departamento de Bolívar, el cual cumple una participación en el PIB nacional del 3,51% (a fechas del 2022),

En cuanto al municipio de Montecristo, las actividades económicas que más aportaron en el valor agregado a fechas del 2022 fueron las actividades primarias (195,747 miles de millones de pesos), seguido de las actividades terciarias (116,392 miles de millones de pesos), y las actividades secundarias con 17,524 miles de millones de pesos. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2022)

Por otro lado, según el Conteo de Unidades Económicas del 2021, el municipio cuenta con 437 U.E, de las cuales el 45% corresponde al sector comercial, el 52% al sector de servicios, y el restante se encuentra distribuido en la construcción, industria, transporte.(Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-, 2021)

8.2.2. Información secundaria recopilada para el título LSB-3

8.2.2.1. MEDIO ABIÓTICO

8.2.2.1.1. Geología

Al igual que con el título LSB-02, la geología se presenta con respecto a las mismas fuentes bibliográficas, ya que ambos títulos mineros quedan colindando.

8.2.2.1.1.1. Geología regional

Según el Mapa Geológico de Colombia del año 2023 a escala 1:1.500.000, se encontró que el área del proyecto se encuentra en la unidad cronoestratigráfica número 47, correspondiente a rocas plutónicas intermedias del Jurásico. Con una cronoestratigrafía de granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas.

El Atlas Geológico Colombiano del año 2023 a escala 1:500.000, encuentra que en la zona también se encuentra la Unidad Extrusiva de Las Brisas de domos andesíticos; flujos de lava, de piroclastos y de brechas volcánicas. A su vez, se encuentran rocas plutónicas intermedias del Jurásico, coincidiendo con el MGC.

De manera más detallada se encuentra el estudio de INGEOMINAS con el Consorcio GSG en el 2015, en el área de la plancha 84, la cual abarca el municipio de Montecristo y el área

en la que se encuentra el título minero LSB-02, allí se delimitaron 8 unidades cronoestratigráficas que por su continuidad en las planchas adyacentes y características fotogeológicas diferentes, se agrupan en 2 de rocas metamórficas, 4 de rocas ígneas, y 2 depósitos cuaternarios.

Rocas Metamórficas

Neis de San Lucas (MPnsl)

El Neis de San Lucas aflora en dos franjas de dirección norte-sur localizadas en la parte occidental de la Plancha 84 - Los Canelos, separadas por las Filitas y Esquistos de Pinillos. La occidental corresponde a un lente tectónico (F-2, G-2, H-2) limitado por las fallas Amacerí al Este y La Mulata al Oeste. La otra franja tiene 3 km de ancho en el sur y se extiende hasta el límite norte de la plancha, con un ancho de 9 km, prolongándose en la Plancha 74 – Guaranda, limitada al Oeste por la Falla Palestina y las fallas Tigüí, Ariza y La Dorada - La Gloria al Este. (Consorcio GSG, 2015b)

Para la plancha 74 la unidad cartografiada como Neis de San Lucas presenta una gran variedad litológica, predominando neises cuarzo-feldespáticos biotíticos y hornbléndicos, neises migmatíticos, granulitas y granofels y en menor proporción neises anfibólicos y anfibolitas. Las diferentes variedades litológicas se intercalan a manera de bandas, cuerpos tabulares o como lóbulos. En general los afloramientos están entre mediana a altamente diaclasados y parcialmente meteorizados (Consorcio GSG, 2015a) Sin embargo, en la plancha 84 no se tienen estudios recientes de toda la zona, el estudio del Consorcio GSG para el estudio de esta plancha determinó que para la zona central “el tipo de roca predominante es un granofels de cuarzo plagioclasa y feldespato potásico, de color blanco (N9) a gris (N3, N4, N5), con algo de bandeamiento, ocasional textura augen y de grano fino a grueso. Las bandas son de espesores milimétricos a centimétricos; las claras están compuestas por cuarzo y feldespatos intercrecidos y pueden contener parches de pirita y las melanocráticas por minerales máficos especialmente biotita.” (Consorcio GSG, 2015b)

Granofels: Sobre la quebrada Ariza, afluente de la parte alta del río Caribona, en la zona de minas Caribona, se colectaron muestras de granofels constituidas por cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico con biotita asociados con venas y filones de cuarzo mineralizados.

- *Rocas granoblásticas constituidas por cuarzo (25% - 45%):* en cristales xenoblásticos de contornos lobulados y formas alargadas, levemente aplanadas y orientadas, con extinción ondulatoria marcada y localmente desarrollo de lamelas de deformación; puede estar intersticial entre los cristales de plagioclasa, como gotas en los feldespatos y como intercrecimientos mirmequíticos a manera de gusanos en la plagioclasa; limpio o con inclusiones de líneas de opacos y de gotas de feldespato alcalino.
- *Plagioclasa (19%-29%)*: se encuentra como esqueletos de cristales xenoblásticos completamente reemplazados por agregados microcristalinos de sericita; orientados en el mismo sentido del cuarzo, maclados según albita; con inclusiones de cuarzo, a manera de gotas, pirita, circón, e intercrecimientos mirmequíticos.
- *Feldespato potásico (5%-38%):* puede ser ortosa o microclina, xenoblástico inequigranoblásticos, con contornos irregulares y lobulados; presenta desmezclas pertíticas de tipo “boat”, “strig” y “stringlet”, a lo largo del clivaje; puede no tener

desarrollo de maclas o presentar maclas de microclina, limpios con alteración a sericita y extinción ondulatoria. Algunas veces tiene desarrollo de bordes de reacción con la plagioclasa y forma mirmequitas a manera de gusanos con cuarzo; se observan inclusiones de cuarzo en forma de gotas. Puede estar alterado a arcillas que le imprimen un aspecto sucio.

- *Esqueletos de láminas de biotita (0,6 %-7,7 %):* orientados definen la foliación metamórfica, con magnetita y esfena residual a lo largo del clivaje y de los bordes; algunas láminas aparecen dobladas y en nidos, puede tener inclusiones de circón.

Granulitas: En muestra de mano son de color gris medio verdoso, de grano medio a fino, compuestas por plagioclasa y piroxeno sin orientación.

- *Plagioclasa (46,8%):* es subidioblástica a xenoblástica, tabular, en mosaicos con otras fases minerales en la roca, equigranular, bien maclada, según albita, albita Carlsbad y Carlsbad no zonada, en maclas combinadas y maclas de periclina.
- *Cuarzo (6,6%)*: xenoblástico, equigranular fino, en mosaicos con plagioclasa-piroxeno, incoloro, ligeramente empolvado, sin deformación textural, con extinción normal a ondulatoria débil.
- *Ortopiroxeno (9,7%)*: subidioblástico a xenoblástico, equigranular fino a medio, de relieve alto, con extinción paralela o de ángulo muy pequeño.
- *Clinopiroxeno (30,6%)*: en cristales idioblásticos a subidioblásticos, prismáticos tabulares, con extinción oblicua.
- *Esfena (2,8%)*: se presenta en cristales abundantes finos romboédricos a xenoblásticos, dispersos entre piroxeno y aislados.
- *Opacos (0,1%)*: escasos asociados, asociados a piroxeno, sin oxidación.
- *Anfíbol (3,4%)*: hornblenda formada en los bordes de clinopiroxeno.

Contactos

La Falla Palestina pone el sector oeste de la franja principal del Neis de San Lucas en contacto fallado con las Filitas y Esquistos de Pinillos; en el sector oriental el contacto también es fallado con el Granito de Norosí a través de las fallas Tigüí en el sur, Ariza en la parte central y norte, y La Dorada-La Gloria en un tramo del sector Norte. El lente tectónico de la zona suroeste de la plancha está limitado al Oeste por la Falla La Mulata y al Este por la Falla Amacerí y techos colgantes sobre el Granito de Norosí.

Neises de Villa Uribe (PCnvu)

Esta definición se encuentra únicamente en un trabajo desarrollado por López Ramons et al., (2006), donde se desarrolló el Mapa fotogeológico y memoria explicativa de la plancha 84. Allí se caracteriza que la parte más occidental hay una secuencia de tendencia N-S, cortada transversalmente por el cauce actual del río Caribona, con drenajes subangulares y angulares, tono gris medio alto, vegetación densa y una morfología de colinas y crestas con rumbo norte-sur de aspecto similar al del Neis de San Lucas, rocas que en concordancia con la secuencia expuesta en la plancha 64, se considera comparativamente que puede corresponder a Neises anfibólicos que se caracterizan aún como parte del Neis de San Lucas, cartografiados en la plancha de la referencia.

Esta caracterización por su parte es eliminada en el Mapa Geológico ya mencionado para la plancha 84 en el año 2015, y se agrupa todo en el Neis de San Lucas.

Filitas y Esquistos de Pinillos (Pzfep)

El Consorcio GSG caracteriza a una sola unidad cronoestratigráfica a las Filitas y Esquistos de Pinillos, describiéndolos como "el conjunto de rocas metamórficas constituido por filitas y esquistos cuarzo sericíticos grafitosos, ocasionalmente con andalucita, cuarcitas y metalimolitas localizado en el borde NW de la SSL, al Oeste de la Falla Palestina" (Consorcio GSG, 2015b).

El nombre geográfico proviene del municipio Pinillos (Departamento de Bolívar) y fue utilizado por Mantilla Figueroa et al., (2006) para denominar la Unidad Metamórfica de Pinillos, constituida por un conjunto inferior denominado Esquistos de Armenia y un conjunto superior de filitas y, en menor proporción, cuarcitas, que llamaron Filitas de Tapoa (Figura 7), que aflora en los cerros que sobresalen de la Ciénaga del Rosario y del sistema de ciénagas del Brazo de Loba, entre el Corregimiento de Río Nuevo y el municipio de Pinillos, en la Plancha 64 – Barranco de Loba. (Consorcio GSG, 2015b)

Esquistos de Armenia: En la interpretación de las imágenes de satélite y control fotogeológico del estudio hecho por López Ramons et al., (2006), se observan variaciones morfológicas en la Formación Esquistos de Armenia en sentido occidente - oriente, por lo cual se plantea una subdivisión en dos miembros:

- *Miembro basal:* Por comparación con la plancha 64, composicionalmente se considera que puede tratarse de una secuencia de esquistos ricos en quiastolita y algunos niveles aislados de cuarcitas, teniendo en cuenta que en el sector de la Plancha 64, el porcentaje de esquistos quiastolíticos aumentaba hacia la base.
- *Miembro superior:* Hacia el norte, en el área de la Plancha 64, se observó que esta serie de colinas estaba compuesta por esquistos quiastolíticos hacia la base, de color gris oscuro, gradando a esquistos, cuarcitas y filitas hacia el tope.

Filitas de Tapoa: En el trabajo desarrollado por López Ramons et al (2006) se propone subdividir en este trabajo la Formación Filitas de Tapoa en dos miembros, uno inferior y otro superior, dadas algunas variaciones morfológicas y patrones de apilamiento de fotohorizontes bajo un nivel intermedio de la formación, que pueden inferir un contacto discordante.

- *Miembro inferior:* Por las características litológicas de los cerros visitados en la plancha 64, este miembro es posible que esté conformado predominantemente por cuarcitas y levemente por filitas de color gris claro a oscuro.
- *Miembro superior:* Según las observaciones realizadas hacia el norte, en la plancha 64, este tipo de serranías está compuesto por filitas gris claras a oscuras, con leves intercalaciones de cuarcitas de color blanco a crema, afectadas por diques cuarzo feldespáticos.

En general, este conjunto metamórfico está conformado por rocas esquistosas de color gris medio a gris claro (N4, N6) y verde oscuro (5G3/2), con intercalaciones a manera de bandas y lentes, de metalimolitas y rocas cuarzo-feldespáticas de color blanco. Las rocas más

comunes son filitas, esquistos cuarzo-sericíticos, esquistos grafitosos, localmente cuarcitas y metalimolitas. Los afloramientos en el área se encuentran sobre el río Caribona y la quebrada Ariza, en donde se presentan esquistos cuarzo-sericíticos grafitosos, esquistos anfibólicos, esquistos cuarzo-feldespáticos, con filitas y metalimolitas cuarzosas y micáceas. Los esquistos pueden estar cizallados y plegados al Oeste de la Falla Palestina); la orientación preferencial de la esquistosidad es N-S a NE. (Consorcio GSG, 2015b)

Contactos

La Falla Palestina pone en contacto el sector oriental de las Filitas y Esquistos de Pinillos con el Neis de San Lucas; en la región suroeste se identifica un lente del Neis de San Lucas cuyo contacto con la unidad es marcado por las fallas La Mulata y Amacerí. La Falla Mequemeque marca el contacto con la Diorita de Segovia en el sector NW de la plancha. (Consorcio GSG, 2015b)

Rocas Ígneas

Las rocas ígneas en el área de trabajo están representadas por unidades hipoabisales de composición andesítica a dacítica, tobas y brechas del Complejo Volcánico de Noreán y por los cuerpos plutónicos del Granito de Norosí y la Diorita de Segovia. Además, se cartografiaron algunas formas dómicas andesíticas de la Unidad Extrusiva de Las Brisas. (Consorcio GSG, 2015b)

Complejo Volcánico de Noreán (Jn)

Fotogeológicamente, en la plancha 84 se identifican varios miembros del conjunto estratigráfico que define la Formación Norean. Esta unidad es la de mayor cubrimiento dentro de la plancha y es drenada hacia las cuencas oriental y occidental con un control especialmente tectónico (López Ramons et al, 2006)

El Complejo Volcánico de Noreán agrupa una variedad de rocas volcánicas piroclásticas y de flujo mezcladas e interdigitadas; predominan tobas de lapilli y ceniza cristalolíticas, aglomerados líticos, brechas ígneas polimícticas, rocas hipoabisales y lavas de composición riodacítica. En el área de estudio se diferenciaron cuatro conjuntos de rocas volcánicas que se describen a continuación. (Consorcio GSG, 2015b)

Brechas Volcánicas Andesíticas y Dacíticas (Jna): En muestras de mano estas rocas son de color gris verdoso (5G4/1), de estructura brechoide, con clastos o xenolitos de tamaño centimétrico a decimétrico de andesitas, basaltos, neises y granodioritas, de formas angulares e irregulares en una matriz criptocristalina de composición riolítica-andesítica, con anfíboles alterados a clorita y epidota; ocasionalmente venas de cuarzo y plagioclasa.

Estas rocas afloran en algunos sectores de las quebradas La Teta y Platanal, asociadas con los lineamientos de San José–Fátima y la Falla Jogajoga, lo cual podría indicar un emplazamiento de brechas de conducto a través de controles estructurales NE que permitieron exponer en superficie material volcánico con xenolitos incorporados al magma en su ascenso

Rocas Efusivas y Piroclásticas Dacíticas a Riolíticas (Jned): Las rocas de esta unidad varían entre andesitas, basaltos, traquitas, riodacitas y tobas, todas con estructuras de flujo. En muestra de mano las rocas de este conjunto litológico tienen colores rojo pálido (5R6/2),

rojo moderado (5R5/4), rosado (5R 7/4), rosa naranja grisáceo (10R8/2); es notoria la textura de flujo en todas las muestras y ocasionalmente se encuentra textura fragmental; están constituidas por cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico (sanidina), epidota y vidrio volcánico.

Son rocas leucocráticas, inequigranulares con matriz microcristalina a vítrea; localmente presentan xenolitos de pórfidos andesíticos y cristales intercrecidos en una matriz holocristalina, la orientación está condicionada por la presencia de cuarzo y feldespato que indican flujo magmático.

La meteorización altera los feldespatos y genera parches de óxidos que rellenan fracturas produciendo un suelo de color rojo pálido (5R6/2) debido al contenido de feldespato potásico y a la oxidación de los minerales ferromagnesianos.

Las andesitas tienen color rojo grisáceo (10 R 4/2), rojo muy oscuro (5R2/6), naranja muy pálido (10YR8/2), color gris medio a claro (N5), están compuestas por fenocristales de plagioclasa epidotizada y una matriz de vidrio.

Piroclastitas, Epiclastitas y Tobas (Jnpe): Este conjunto litológico corresponde a rocas piroclásticas porosas de colores rosa naranja moderado (10R 7/4), rosa grisáceo (5R 8/2), gris claro (N7), naranja muy pálido (10YR8/2), naranja amarillento pálido (10YR8/6), rosa naranja moderado (5YR8/4) y blanco (N9). Las rocas predominantes son tobas, generalmente de ceniza, ceniza-lapilli y lapilli, cristalinas, cristalo-líticas, líticas y vitro-cristalina, rara vez vítreas y algunas brechas. Con frecuencia presentan silicificación y epidotización.

La textura es fragmental y están compuestas por cristales y fragmentos líticos tamaño ceniza y lapilli; cuando se encuentran oxidadas presentan colores amarillo oscuro (5Y 6/4) a pardo amarillento (10YR 4/2). Los cristales estan compuestos por cuarzo, plagioclasa y ocasionalmente por feldespato, anfíbol y vidrio, y los fragmentos líticos son de andesitas con fenocristales de plagioclasa.

Conjunto Hipoabisal Andesítico (Jnha): Esta unidad está conformada por cuerpos masivos, localmente fracturados, afaníticos, porfídicos a microfaneríticos, de color gris oscuro (N3), (Fotografía 20), rosa naranja moderado (5YR8/4), rosa naranja grisáceo (5YR7/2), marrón grisáceo (5Y8/4), moteado por la presencia de plagioclasa, hornblenda, cuarzo, epidota, biotita, localmente feldespato potásico y piroxenos en una matriz finocristalina oscura; algunas rocas presentan brillo vítreo, óxidos de hierro rellenando fracturas y venillas de cuarzo. Es común la alteración hidrotermal con clorita - epidota a partir de anfíboles.

Las rocas hipoabisales son porfídicas, tienen fractura concoidea, con pirita y calcopirita diseminadas, xenolitos volcánicos, venillas de calcita y manganeso con hábito dendrítico (pirolusita), feldespatos alterados a sericita, filosilicatos arcillosos y pátinas de óxidos de hierro (hematita y goethita).

En sección delgada las rocas de este conjunto corresponden a dacitas porfídicas, andesitas, andesitas porfídicas augíticas y basálticas, basaltos augíticos, latitas porfídicas, riolitas y traquitas.

Contactos

Según López Ramons et al., (2006) la presencia de apófisis del Granito de Norosí asociados a los diferentes conjuntos litológicos del Complejo Volcánico de Noreán, sugieren un contacto intrusivo con este cuerpo plutónico, relación que ha sido descrita y confirmada en otros sitios de la SSL como la Plancha 95 – Buenavista.

Los depósitos piroclásticos de la Unidad Extrusiva de Las Brisas cubren discordantemente las rocas del Complejo Volcánico de Noreán y aparentemente por la expresión morfológica, los domos andesíticos las cortan.

Las rocas del Conjunto Hipoabisal Andesítico presentan contactos intrusivos con los otros conjuntos litológicos del Complejo Volcánico de Noreán, como se desprende de la presencia de diques y silos de andesitas y dacitas porfídicas, en menor proporción cuerpos hipoabisales de dioritas porfiríticas, cuya distribución y relación espacial corresponde a cuerpos que cortan la estratificación de las tobas y epiclastitas de los demás conjuntos del Complejo Volcánico de Noreán, situación que fue observada en la Plancha 95 – Buenavista, al Sur del área de estudio.

Granito de Norosí (J1gn)

El Granito de Norosí aflora como un cuerpo continuo en la zona central del área de estudio, con afloramientos en los carreteables que conducen desde el corregimiento de Villaflor hacia las veredas El Tesoro y Los Robles, en las veredas Los Canelos, La Libertad, La Estrella y El Golfo. Esta unidad también aflora como dos cuerpos aislados dentro del Complejo Volcánico de Noreán en el sector nororiental y centro-oriental de la Plancha 84 – Los Canelos, en las veredas La Unión, Caracol, Mendoza, Arallanes (B-11 y B-12) y en la vía que conduce de Concepción al caserío El Rosario.

Esta unidad está constituida por rocas de color gris claro (N7) a gris oscuro (N3), verde claro (5G/4) moteado de blanco (N9), holocristalinas, isótropas, compactas, faneríticas de grano fino a medio, equigranulares de apariencia moteada, constituidas por cuarzo, plagioclasa, feldespato, hornblenda, biotita y clinopiroxeno.

Los anfíboles frecuentemente se encuentran alterados a clorita y generan colores verdosos en rocas inequigranulares en el sector El Golfo, con venillas de cuarzo, óxidos de hierro y zonas mineralizadas con pirita diseminada.

Constituyen cuerpos masivos, irregulares y fracturados que varían textural y composicionalmente a dioritas, cuarzodioritas y tonalitas y son la roca encajante de mineralizaciones vetiformes con alto contenido de sulfuros y óxidos de cobre. El granito meteorizado y saprolitizado presenta color marrón claro a rosado (5YR 7/2) debido al contenido de óxidos de hierro y feldespato potásico.

Diorita de Segovia (J2j3ds)

La Diorita de Segovia se presenta como cuerpos aislados e irregulares que intruyen Las Filitas y Esquistos de Pinillos al Oeste de la Plancha 84 – Los Canelos. Uno de estos cuerpos se cartografió en el NW del área en la cañada Caimán, extendiéndose hacia el Sur del río Caribona (A-1, B-1, C-1, D-1); un segundo cuerpo aflora a lo largo de la quebrada Aringuacito (D-2, E-2), el tercero se muestra sobre la quebrada La Ahuyama (F-3) y el cuarto se presenta sobre la quebrada El Salado (F-1).

La Diorita de Segovia es un cuerpo intrusivo constituido principalmente por rocas intermedias, granodiorita-cuarzomozonita, localmente dioritas y gabros como facies de borde (González & Londoño, 2002), de estructura isótropa y compacta. Las rocas predominantes son faneríticas, con pátina por óxidos de hierro. Se encuentran rocas leucocráticas de color gris claro (N7), blanco (N9), moteado gris verdoso (10GY5/2) en ocasiones verde claro (5G7/4), de grano fino a medio, compuestas por cuarzo, plagioclasa alterada, biotita y hornblenda, frecuentemente se encuentra pirita diseminada y localmente con estructura brechoide.

Contactos

Cuerpos de la Diorita de Segovia localizados al Oeste de la Falla Palestina intruyen las Filitas y Esquistos de Pinillos, como se observa en el río Caribona al Oeste de la Plancha 84 - Los Canelos.

La presencia de porfiroblastos no orientados de andalucita, variedad quiastolita en las metapelitas, evidencia el carácter intrusivo del contacto. En el sector NW de la plancha estas dos unidades se encuentran en contacto fallado, a través de la Falla Mequemeque. Depósitos cuaternarios fluviales de canal y fluviolacustres cubren discordantemente la Diorita de Segovia, como se observa en el río Caribona y la ciénaga Marmota, respectivamente.

Unidad Extrusiva de Las Brisas (K1lb)

En la Plancha 84 - Los Canelos se delimitaron dos formas dómicas aisladas emplazadas en el Granito de Norosí, en la parte central norte, entre el río Ariza y la quebrada Arenal (B-7) y en la parte central sur, en la quebrada Santa Bárbara (H-5) que lo rodea por el flanco norte, extendiéndose hacia el Sur en la Plancha 95 - Buenavista.

Según López Ramons et al., (2006) litológicamente esta unidad puede estar constituida por secuencias de tobas, lavas riolíticas y lavas megaporfiríticas cubiertas por espesas secuencias de tobas y cenizas volcánicas.

Depósitos Cuaternarios

En la Plancha 84 - Los Canelos se presentan acumulaciones sedimentarias no consolidadas, del Cuaternario cartografiadas como depósitos fluviales de canal y depósitos fluviolacustres. (Consorcio GSG, 2015b)

Depósitos Fluviales de Canal (Q2fc)

Los Depósitos Fluviales de Canal están distribuidos a lo largo de tres drenajes principales: La quebrada Enanea y sus afluentes en los alrededores del centro poblado Los Canelos, la quebrada La Tabanera y el río Caribona.

Estos depósitos fluviales están constituidos por acumulaciones de cantos de hasta 30 cm de diámetro, ligeramente imbricados con un espesor entre 3 y 4 m, se encuentran en bajos topográficos y forman llanuras de inundación en temporadas invernales. Se originan por la dinámica actual de los drenajes de la zona.

La fuente de estos depósitos son los macizos rocosos de la SSL, por lo cual se encuentran líticos de rocas metamórficas, ígneas intrusivas, ígneas volcánicas, piroclastitas y fragmentos de cuarzo y chert.

Contactos

Los Depósitos Fluviales de Canal cubren discordantemente las rocas más antiguas en el área y son cubiertos discordantemente por depósitos fluviales del río Caribona.

Depósitos de Llanura de Inundación (Q1Q2fal)

Corresponden a depósitos de materiales detríticos acumulados en los alrededores de la Ciénaga Marmota, con aportes significativos de la cañada Caimán.

Están conformados por acumulaciones no consolidadas de arenas de grano fino a muy fino, intercaladas con capas delgadas de limos arcillosos y esporádicas capas de gravas. Los colores son marrón de diversos tonos, hasta grises, dependiendo del contenido de materia inorgánica

Contactos

Los depósitos de llanura de inundación están en contacto discordante deposicional sobre la Diorita de Segovia.

En cuanto a la Geología estructural, la información más completa sobre estudios en esta región se encuentra en el Mapa Geológico adelantado por el Consorcio GSG en el 2015, en contratación con el SGC, allí se caracterizan varios Sistemas de Fallas.

A partir del trabajo de campo realizado por el consorcio, las observaciones geomorfológicas, interpretación de imágenes satelitales y de cartografía geológica publicada, se reconoce un sistema estructural complejo asociado al Sistema de Fallas Palestina.

Fallas

En el territorio que cubre la Plancha 84 - Los Canelos se presentan fallas, generalmente de rumbo, en tres sistemas principales: Palestina (N-S), fallas NE y fallas NW las cuales se describen a continuación.

Sistema de Fallas Palestina

Este sistema es el principal rasgo estructural de la zona de estudio, está conformado por las fallas Palestina, Amacerí, Ariza, La Mulata, Tigüí y Mequemeque, las cuales atraviesan en dirección norte–sur el sector oeste de la plancha.

Falla Palestina: En el trabajo desarrollado por el Consorcio GSG (2015b), la continuidad de la Falla Palestina fue definida a partir del análisis de imágenes de sensores remotos y se considera como una falla de rumbo sinestral, subvertical. Se localiza en la región oeste de la Plancha 84 - Los Canelos, en una longitud de 40 km a lo largo de los cuales alinea drenajes, silletas y colinas en sentido NNE a N-S, con pequeños saltos o cambios de rumbo dentro de su propio sistema de deformación; los drenajes principales tienden a ser N-S, con cañones poco profundos; los cauces de algunos drenajes presentan evidencias de movimientos sinestrales que podrían relacionarse con una tectónica reciente. La estructura

pone en contacto rocas de basamento Precámbrico del Neis de San Lucas al Este con rocas del Paleozoico de las Filitas y Esquistos de Pinillos al Oeste.

Falla Amacerí: Corresponde a una falla de rumbo sinestral, subvertical asociada al control estructural de la Falla Palestina. Su traza puede seguirse por la alineación en sentido N-S de colinas y drenajes con cañones de hasta 400 m de profundidad con una longitud de 40 km.

Esta estructura pone en contacto rocas metamórficas Precámbricas y Paleozoicas del Neis de San Lucas al Este y Las Filitas y Esquistos de Pinillos al Oeste en la zona suroeste de la plancha. Hacia el Norte afecta las Filitas y Esquistos de Pinillos y desplaza la Falla San Antonio.

Falla La Mulata: La Falla La Mulata se encuentra ubicada en el sector suroeste de la zona de trabajo, controla el cauce de la quebrada La Mulata y presenta una longitud de aproximadamente 14,9 km en dirección N-S, cambiando su curso al NE hacia la parte norte hasta interrumpirse con la Falla Amacerí; hacia el Sur continua su trazo en la Plancha 95 - Buenavista. Esta falla es de rumbo dextral, subvertical y pone en contacto las Filitas y Esquistos de Pinillos con el Neis de San Lucas.

Falla Ariza: El trazo de la falla está ubicado en la zona central del área de estudio (A-6 hasta E-6), tiene dirección N-S, componente inversa y se caracteriza por alinear los filos de las montañas que atraviesa; presenta cañones profundos en la quebrada San Luis (B-6) y se puede seguir a lo largo de 20 km en dos tramos desplazados por las fallas dextrales La Honda y La Dorada - La Gloria. Esta falla pone en contacto rocas precámbricas del Neis de San Lucas al Oeste con rocas jurásicas del Granito de Norosí al Este.

Falla Tigüí: El trazo de la Falla Tigüí fue identificado por el Consorcio GSG (2015b) por medio de la interpretación de imágenes de sensores remotos a lo largo de un tramo de 4,8 km aproximadamente, en dirección N-S y cambia su curso al NE desde G-4 hasta F-6; hacia el Sur esta falla es desplazada por la Falla Ororia con movimiento de rumbo dextro-lateral y continua en la Plancha 95 – Buenavista. La Falla Tigüí es de carácter inverso y pone en contacto rocas del Neis de San Lucas con rocas del Granito de Norosí.

Falla Mequemeque: La Falla Mequemeque se localiza en el sector noreste del área de estudio y controla el cauce de la quebrada Mequemeque a lo largo de 5 km con una dirección N5°E; esta falla es de movimiento inverso y marca el contacto entre las Filitas y Esquistos de Pinillos y la Diorita de Segovia.

Sistema de Fallas NE

Según el Consorcio GSG (2015b) las fallas que hacen parte de este grupo de estructuras se encuentran en la parte central y oriental de la Plancha 84 - Los Canelos, tienen una dirección que fluctúa entre N20°- 60°E, afectan regionalmente rocas de edad jurásica del Granito de Norosí y el Complejo Volcánico de Noreán; además controlan el cauce de quebradas a lo largo de decenas de kilómetros, etas fallas son de movimiento dextral.

Falla La Honda: En la Plancha 84 – Los Canelos esta falla tiene una longitud aproximada de 36 km, es subvertical y controla los cauces de las quebradas Grande y La Honda, formando un cañón en V con facetas triangulares y silletas alineadas en dirección N40°E; en la confluencia de las quebradas Azul y Grande, genera escarpes hasta su convergencia

con la Falla Ariza. En las imágenes satelitales se observan algunas estructuras de arrastre en sentido SE - NW que indican un movimiento dextro-lateral.

Falla La Dorada – La Gloria: El trazo de la Falla La Dorada - La Gloria está ubicado en el sector central norte de la Plancha 84 – Los Canelos y corresponde a una falla de rumbo N30°E, dextral con una longitud aproximada de 26 km; controla el cauce y alinea las quebradas San Lucas y Arenal, genera valles poco profundos y cerros alineados. Esta falla corta rocas jurásicas del Granito de Norosí y precámbricas del Neis de San Lucas y desplaza la Falla Ariza por 4,5 km aproximadamente.

Falla Ororia: La Falla Ororia en la Plancha 84 - Los Canelos controla la quebrada que lleva su mismo nombre, genera facetas triangulares, hombreras y silletas alineadas en dirección N40°E a lo largo de 53 km. Deflexiones de cauces secundarios indican un movimiento de rumbo dextro-lateral.

Falla Jogajoga: En la Plancha 84 - Los Canelos el cauce de la quebrada Platanal es controlado por la Falla Jogajoga que va en dirección N60°E, con una longitud de 35 km y se considera de rumbo dextral. Forma valles amplios sobre la quebrada Enanea, cerca al sector de los Canelos en el municipio de Santa Rosa del Sur.

Falla Las Brisas: Esta estructura se presenta en el extremo sureste de la Plancha 84 - Los Canelos, con dirección N30°E, cinemática dextral y buzamiento subvertical a lo largo de 14 km, corta rocas del Complejo Volcánico de Noreán, controla el cauce de la quebrada Las Mercedes y forma cañones medianamente profundos de pendientes moderadas a fuertes.

Sistema de Fallas NW

El Consorcio GSG (2015b) caracteriza este sistema compuesto por las fallas Ariguana y San Antonio localizadas al de la Falla Amacerí, la cual afecta a este sistema. López Ramons et al., (2006) definen estas fallas como de rumbo dextral, controlan el cauce de los drenajes que llevan sus nombres.

Falla Ariguana: La Falla Ariguana está localizada al Noroeste de la Plancha 84, tiene dirección N30°W en una extensión aproximada de 14 km, alinea drenajes y colinas. Es una falla de rumbo dextral y es interrumpida por la Falla Amacerí; afecta rocas de las Filitas y Esquistos de Pinillos.

Falla San Antonio: La Falla San Antonio está localizada al Noroeste de la zona de estudio, tiene dirección N45°E, es subvertical y se reconoce a lo largo de 15 km, en su recorrido afecta rocas de las Filitas y Esquistos de Pinillos, continúa hacia el NW en la Plancha 74 – Guaranda; es desplazada por la Falla Amacerí. López Ramons et al., (2006) indican un movimiento de rumbo dextral para esta falla.

Lineamientos

Los lineamientos regionales identificados por el Consorcio GSG (2015b) en la Plancha 84 – Los Canelos están representados por las siguientes estructuras.

Lineamiento San Francisco: En el sector suroccidental se encuentra este lineamiento con una tendencia regional NW y una longitud de 22 km, asociado al cauce rectilíneo de las quebradas Las Claras y San Francisco, de donde toma su nombre.

Lineamiento San José: Se localiza al Este de la zona de estudio, asociado al cauce rectilíneo de la quebrada San José y a la alineación de algunos cerros y silletas ubicados a lo largo de 19 km con dirección N40°E.

Lineamiento Fátima: Se localiza en la margen oriental de la Plancha 84 – Los Canelos, con dirección N50°E y una longitud de 14 km, paralelo a la dirección de la Falla Ororia y al cauce de la quebrada La Teta.

Lineamiento Caribona: Esta estructura se encuentra en el sector Oeste de la zona de trabajo, controla el cauce del río Caribona por aproximadamente 6 km en dirección N45°W.

8.2.2.1.1.2. Geología de yacimiento

Para esto se tuvo en cuenta el estudio hecho por FEDEAGROMISBOL en su Plan de Trabajos y Obras del año 2022, así como la información obtenida por el Atlas Geológico Colombiano del 2023.

- **Estratigrafía**

En el área del proyecto se encuentra con un 100% la Unidad Extrusiva de Las Brisas (b6-Vf), la cual se describe a continuación:

Unidad Extrusiva de Las Brisas (b6-Vf): Según la (Mantilla Figueroa et al., 2006), esta unidad descansa sobre la superficie erosiva de aplanamiento de la Serranía de San Lucas, conformada por rocas volcanosedimentarias de la Formación Noreán. Sobre esta superficie se observan flujos lavicos y piroclásticos, domos de forma redondeada, de composición granítica a andesitica alineados o en enjambres, separados entre sí por zonas muy planas que morfologicamente aparentan ser calderas o cañones rellenos por material lávico o piroclástico, tipo cenizas con morfología plana y desarrollo de suelos con horizontes bien definidos, especialmente el nivel orgánico.

Según el Atlas Geológico Colombiano del 2023, tienen un tipo de roca ígnea plutónica de composición intermedia. Además, esta unidad hace parte del Mesozoico Cretácico en su época Inferior, en particular en la edad Albiana, con un tipo de roca ígnea plutónica de composición intermedia.

En cuanto a las minas de explotación en la zona de yacimiento, el filón es de colores blanco, blanco lechoso, blanco grisáceo, con oxidaciones de óxido de hierro y de pirita que le dan tonalidades rojiza, amarilla, púrpura y negra. Están emplazados dentro de los esquistos verdes, cuarcitas y cuarzodioritas – tonalitas. El filón presenta texturas masivas aplíticas, colmenares, porfiroafaniticas, afaniticas, a veces presentan múltiples cavidades seudocúbicas, predominando tamaños alrededor de 1 mm y arrojando restos escoríáceos negros (reducción de la pirita por alta temperatura) y con oxidaciones de hierro. La dirección de filón sigue rumbo entre N25°E y N35°E y buzamiento 80°SW y 88°SE, sus potencias promedio es de 1,2 metros aproximadamente.

Alteración hidrotermal: De acuerdo al tipo de mineralización “Lodetype” presente, este filón muestra una alteración hidrotermal zonificada en forma paralela a los filones. La alteración es argírica (alteración de las arcillas o caolines) es el tipo más intensamente desarrollado y está restringido a zonas menores de 15 cms de espesor paralelas al filón; aunque no siempre están presentes se presenta posteriormente a esta alteración una etapa de

oxidación que es el rasgo más notable de alteración supergénica en donde opera de descomposición de la pirita manchando la roca con coloraciones amarillentas, rojizas, púrpuras y negros y produciendo porosidad en la roca por la disolución de la pirita, llegando a formar una textura tipo colmenar, otro tipo de alteración supergénico es la gorthita alterada a limolita – chamosita.

Hipótesis genética del yacimiento. Se comparó con la tabla de clasificación elaborada por W. Lindgrn con las observaciones hechas de campo y el estudio petrográfico de rocas mineralogícas, se determinó que el tipo genético de los yacimientos del Sur de Bolívar epitermal, producto de actividad hidrotermal relacionada por la profundidad de menos de 1 Km desde la superficie terrestre; las temperaturas de formación de las soluciones epitermales se encuentran generalmente entre 50°C y 100°C, y pudiendo llegar hasta los 300°C , como característica fundamental es la intensa alteración de la roca encajante esto puede ser debido al mayor fracturamiento de la roca cerca de la superficie. El yacimiento se presenta como verdaderos filones rellenos de fisuras abiertas y de forma tabular, de actividad reciente o relacionada a zonas de falla.

Tabla 29. Análisis del yacimiento LSB-03

Yacimiento Hidrotermal Tipo Epitermal		
Características generales	Silberman y Berger, Modificada de W. Lindgren (1993)	Área Minera de Mina Reserva
Profundidad de formación	Superficial hasta 1000 m	Superficial Hasta 1000 m
Temperatura de formación	50º C – 300º C	50º C – 300º C
Forma	Vetas delgadas hasta anchas, stockworks, diseminaciones y reemplazamientos	Vetas delgadas hasta anchas, diseminaciones y reemplazamientos
Textura de la mineralización	Rellenos de espacios abiertos, crustificación, bandeo coloforme, estructura de peine, brechiación.	Rellenos de espacio abierto.
Elementos de mena	Au, Ag, As, Sb. Hg, Te, Ti, U, Pb, Zn, Cu.	Au, Ag.
Alteración	Silificación, argilitización, sericitizacion, adularia	Sericitizacion, argilitización,
Distintivos comunes	Cuarzo calcedónico de grano fino, cuarzo pseudomorfo según calcita, brechamiento.	

Fuente: (Fedeagromisbol, 2022)

8.2.2.1.2. Geomorfología

La geomorfología del área de influencia se obtuvo principalmente a partir del mapa de suelos del IGAC, (1997), la Cartografía Geológica de la Plancha 84 elaborada por Contrato 511 de 2013 del Servicio Geológico Colombiano con el Consorcio GSG a escala 1:100.000 y la caracterización hecha por el Glosario de Términos Geomorfológicos aplicados a

levantamiento del suelo (2022) de esta misma entidad. Se revisaron algunas otras fuentes bibliográficas pero no se obtuvo mucha información actualizada de la zona.

Allí se encuentra que el para el área del proyecto el Paisaje Geomorfológico es de Montaña, en un Ambiente Morfogenético Estructural de Montaña con un tipo de relieve de Filas y Vigas. En el caso del estudio del Consorcio CSG, se encuentra que esta geoforma obedece a una montaña residual aguda, el cual, según la metodología del SGC, corresponde a un ambiente denundacional.

Según este estudio, esta unidad agrupa una serie de montañas de cimas agudas que se diferencia por tener un relieve montañoso a colinado de contraste muy alto a extremadamente alto con alturas entre los 300 y 1 000 msnm. Las laderas son desde largas hasta extremadamente largas de forma convexa a irregular muy inclinadas y ocasionalmente abruptas. Entre las laderas se forman valles en “V” y ocasionalmente en artesa. El drenaje presenta frecuencia alta a media y alta densidad, de forma dendrítica a subparalela en sectores con control estructural. (Consorcio GSG, 2015b)

Según el IGAC (2022), la montaña es aquella superficie elevada de topografía accidentada, constituida por rocas de diverso origen y edad que se deformaron, fracturadas y levantadas hasta conformar cordilleras, con altura de varios miles de metros respecto a los paisajes circundantes. Se caracteriza por tener fuerte control estructural e incisiones profundas asociadas a valles intramontanos. Presenta alturas máximas cercanas a los 5.700 m.s.n.m. y alturas relativas en promedio superiores a los 1.000 metros.

Concretamente, las filas y vigas hacen parte de los ambientes morfogenéticos estructurales de montaña. Se define como un tipo de relieve que corresponde a elevaciones naturales del terreno con altura media mayor a 200 metros respecto al nivel de base local y presente en la cordillera en alturas de hasta 3.700 m.s.n.m. en promedio. Su arreglo comprende una configuración similar a la estructura de un techo, con un eje axial principal (fila) y elementos transversales (vigas), perpendiculares al anterior y separados por drenajes.

La fila designa una cresta longitudinal, generalmente con un flanco más abrupto que el otro. La viga constituye una cresta transversal más corta, con una línea de cima muy inclinada, separada de las otras vigas por vallecitos de montaña. Las cimas son alargadas y agudas mientras que las laderas son largas a muy largas con pendiente que va de fuertemente inclinada a muy escarpada. La red de drenaje adopta comúnmente un patrón dendrítico, paralelo y subparalelo generalmente; sin embargo, bajo estructuras rocosas falladas o muy diaclasadas, puede adoptar una configuración tipo trellis.

Su origen está determinado especialmente por procesos endógenos de levantamiento, fracturamiento y fallamiento en diferentes grados de intensidad sobre materiales litológicos ígneos, metamórficos, metasedimentarios y volcanosedimentarios, los cuales, posteriormente se sometieron a la acción de procesos denudacionales intensos. Las pendientes fuertes y las laderas largas favorecen la remoción y arrastre de material por gravedad o escorrentía de la parte alta de la ladera, que luego se deposita en la base de esta y en los vallecitos.

La unidad está conformada por las siguientes formas de terreno:

- *Ladera:* forma de terreno que corresponde a una superficie inclinada que surge de la cima hacia la base de la fila y la viga, con perfil topográfico convexo-rectilíneo-cóncavo, de forma compleja, longitud moderada a muy larga y pendiente fuertemente inclinada a muy escarpada.
- *Ladera coluvial:* superficie inclinada de perfil cóncavo-convexo que se extiende hasta la base de las vigas y se caracteriza por la presencia de acumulaciones irregulares y discontinuas de material detrítico no consolidado proveniente de procesos de remoción en masa. Los materiales detríticos están constituidos por fragmentos rocosos heterométricos angulares, combinados con una matriz de suelo y material de alteración de las rocas.

  Los procesos de remoción en masa están asociados principalmente a la acción de la gravedad, el agua y el hombre, y se manifiestan principalmente como deslizamientos superficiales y acumulaciones de materiales de caída. Aunque estos procesos afectan toda la ladera, las acumulaciones coluviales se localizan principalmente en las partes media e inferior de la misma.

La unidad se describe a continuación:

Tabla 30. Unidades Geomorfológicas en el área LSB-03

Paisaje geomorfológico	Ambiente morfogenético	Unidad geomorfológica	Características	Área (ha)	% PP. Área
Montaña	Estructural de montaña	Fila y viga/ladera	Relieve fuertemente quebrado a escarpado, de laderas largas complejas, cimas agudas; presencia de afloramientos rocosos en sectores, disección moderadamente densa y profunda; remoción en masa en sectores	84,67	100%

Fuente: IGAC, (1997)

Pendiente

La pendiente del área del proyecto es en su generalidad pronunciada, sobretodo por las geoformas ya explicadas. Con base en las curvas de nivel de la cartografía base del Atlas Geológico Colombiano del 2023, y del IGAC, se desarrolló el mapa de la pendiente simple, la distribución total es la siguiente:

Tabla 31. Pendientes en el área LSB-03

Pendiente simple	Gradiente de pendiente en %	Área (ha)	% PP. Área
Ligeramente plana	< 3	0,08	
Ligeramente inclinada	3 - 7	1,04	1,98%
Moderadamente inclinada	7 - 12	1,52	3,64%
Fuertemente inclinada	12 - 25	8,26	12,52%

Moderadamente escarpado	25 – 50	47,87	44,72%
Escarpado	50 – 75	23,71	29,46%
Muy escarpado	> 75	2,15	6,89%

Fuente: Elaboración propia con base al mapa de pendiente y curvas de nivel

8.2.2.1.3. Paisaje

Las unidades de paisaje del área de influencia están definidas por sus unidades geomorfológicas y su relación con la cobertura vegetal, las cuales se describen a continuación:

Tabla 32. Unidades de paisaje LSB-03

Cobertura de la tierra	Geomorfología	Unidad de paisaje	Área (Ha)	% PP. Área
Mosaico de pastos con espacios naturales	Laderas	Mosaico de pastos con espacios naturales en laderas	8,97	10,56%
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Laderas	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales en laderas	11,50	13,73%
Vegetación secundaria baja	Laderas	Vegetación secundaria baja en laderas	6,07	7,23%
Vegetación secundaria alta	Laderas	Vegetación secundaria alta en laderas	57,50	67,75%
Bosque denso alto de tierra firme	Laderas	Bosque denso alto de tierra firme en laderas	0,61	0,73%

Fuente: Elaboración propia con base al Mapa de Cobertura de Tierra e información geomorfológica

En el caso de la superficie de agua, esta se encuentra dada por algunos ríos y quebradas.

En cuanto a la escala visual, esta se calculó según la Metodología para el Cálculo de la Cuenca visual del paisaje y su valoración económica ambiental hecha por el ANLA en el año 2023, todo por medio del geoprocesamiento de la cuenca visual en la herramienta de ArcMap. Según el ANLA (2023) Las cuencas visuales facilitan modelar la visibilidad que se tiene en el terreno y permite plantear situaciones con o sin la introducción de un elemento en el paisaje y así realizar análisis prospectivos con mayores elementos de juicio.

En cuando a la visibilidad hacia la zona del proyecto, es claro que el hecho de que hayan zonas de gran escarpe influye en ese aspecto, por lo que la mayoría de la visibilidad sobre el proyecto se encuentra hacia el sur y el occidente del área.

Se realizó el análisis de la cuenca visual para un radio de 6km. En general, se utilizó la clasificación establecida por la metodología del ANLA para diferenciar el impacto en su visibilidad según alta, media o baja. Para esto se utiliza principalmente el criterio de visibilidad de los vértices desde cada pixel del modelo digital de terreno.

Tabla 33. Escala visual del paisaje LSB-03

Cuenca visual	Nivel de impacto	Área (Ha)	% PP. Área
Plano cercano	Alto	2.022,21	81,32%
Plano medio	Medio	312,1	12,55%
Plano lejano	Bajo	152,15	6,13%

Fuente: Elaboración propia con base al Mapa de Escala visual.

8.2.2.1.4. Suelos y uso de la tierra

Para la determinación del tipo de suelo se revisó el Mapa de Suelos del Departamento de Bolívar a escala 1:100.000 del IGAC.

En la zona se tiene una unidad cartográfica de suelo: MPA, con un área de 135,67 ha (43,42%). Según el IGAC, (2021) en la asociación, que ocurre en un patrón de distribución conocido, las áreas delineadas están conformadas por dos o más suelos disímiles, o por suelos y áreas misceláneas con sus respectivas fases. En todas las delineaciones que conforman la asociación los componentes principales están presentes, aunque sus proporciones pueden variar de una delineación a otra. Para la clasificación por capacidad de uso se evalúan solamente las características de la fase del suelo dominante y se toman los factores limitantes que lleven a la respectiva categoría de capacidad de uso.

Tabla 34. Tipo de suelo en el área del LSB-03

UCS	Asociación / Consociación	Clase agrológica	Subclase agrológica	Área (Ha)	% PP. Área
MPA	Asociación: Typic Dystropepts (40%); Typic Hapludox (40%); Typic Troporthens (20%).	VII	Limitaciones debidas a la topografía y al suelo	84,67	100%

Fuente: IGAC, (1997)

Los suelos Typic Dystropepts se localizan en la parte media de las lomas, son bien drenados, moderadamente profundos, texturas medias sobre finas; se han formado a partir de lutitas. La secuencia de horizonte del perfil es de tipo A / B / C; el horizonte A es 12 cm, de color pardo oscuro, textura franco arcillosa y estructura en bloques subangulares; el horizonte B es de color pardo, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares medios; el C aparece a 40 cm, tiene color pardo oscuro, textura arcillosa y estructura masiva. La reacción es fuertemente ácida, en contenido de materia orgánica es bajo, la fertilidad natural es baja. (Alcaldía de Florián, 2003)

Los Suelos Typic Troporthents son moderadamente profundos, limitados por la roca; el drenaje natural es excesivo, y presentan pedregosidad dentro del perfil y sobre la superficie; se localizan en las áreas más pendientes. Morfológicamente el perfil es de tipo AC, el horizonte superficial A tiene menos de 40 cm. de espesor, color gris muy oscuro; textura arenosa franca, estructura muy incipiente y consistencia friable. El horizonte C es de color gris muy oscuro, de textura arenosa franca y no tiene estructura. La pendiente pronunciada la susceptibilidad a la erosión y la pedregosidad, constituyen las principales limitantes del uso. Químicamente son suelos con reacción muy fuertemente ácida, capacidad catiónica

de cambio y saturación de bases bajas. La materia orgánica y la fertilidad son bajas. (Corporación Autónoma Regional del Tolima -CORTOLIMA-, 2006)

Los suelos Typic Hapludox son oxisoles con epipedón ócrico y endopedón óxico, con predominio de minerales muy estable en su fracción arenosa (cuarzo) como en la arcillosa (caolinita), son suelos profundos, bien drenados, con bases totales y saturación de bases bajas (IGAC, 2004). Cuentan con un régimen de humedad údico y ubicado en relieves de filas y vigas, lomas o terrazas (Universidad Nacional de Colombia, 2015). Además, son suelos profundos, bien drenados, con bases totales y saturación de bases bajas.

Capacidad y vocación del suelo

Según la Metodología de Clasificación de las tierras por su capacidad de uso, la capacidad está fundamentalmente dada por la clasificación agrológica; además, "es de carácter interpretativo y se fundamenta en los efectos combinados del clima ambiental y las características permanentes de los suelos, sobre los riesgos de deterioro, las limitaciones en su uso, la capacidad de producción y los requerimientos de manejo del suelo" (IGAC, 2021).

Teniendo en cuenta lo anterior, en el área del proyecto se encuentra únicamente una clase agrológica: Clase VII. Según la metodología del IGAC, las tierras de clases 6 y 7 no tienen capacidad para agricultura, excepto para cultivos específicos semi perennes o perennes, semi densos y densos y sistemas agroforestales y forestales, debido a severas limitaciones como pendientes escarpadas; eventualmente las de menor pendiente (clase 6) podrían utilizarse en ganadería. Cualquiera de estas clases de uso requiere intensas prácticas de manejo y de conservación.

Las tierras de clase 7 presentan limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos; tienen aptitud forestal; el bosque tiene carácter protector, pero cuando las condiciones del relieve o la topografía y los suelos ofrecen suficiente profundidad efectiva para el anclaje y el desarrollo normal de las raíces de las especies arbóreas se puede hacer un uso sostenible del recurso forestal de tipo productor, excepcionalmente se pueden establecer sistemas agroforestales como el café con sombrío con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión. La cobertura vegetal permanente de múltiples estratos es absolutamente necesaria dada la muy alta susceptibilidad de los suelos al deterioro.

Las características del suelo corresponden a las ya descritas en la tabla 29, además, el suelo presenta la misma clasificación de capacidad por las limitaciones (e y s), las cuales se describieron en el LSB-02.

8.2.2.1.5. Hidrología

En cuanto a la hidrología, la zonificación hidrológica establecida por el IDEAM en el 2013, y que fue actualizada por el IDEAM para el 2022 con base a la actualización cartográfica del IGAC -bajo la cual no varió la delimitación de la zona donde se encuentra el área del proyecto-, el área de influencia del proyecto se encuentra en el Área Hidrográfica del Magdalena-Cauca, en la Zona Hidrográfica del Cauca, y en la Subzona Hidrográfica de Directos Bajo Cauca – Ciénaga La Raya entre río Nechí y Brazo de loba, la cual tiene un área de 434.133,58 hectáreas, las cuales en su totalidad se encuentran bajo la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar, ocupando el 22,23% de su

superficie. Adicionalmente, según la cartografía base de IGAC, por la zona pasa el río Ariza, el cual es el afluente principal del río Caribona.

Las características e indicadores de esta subzona hidrográfica se encuentran descritas en la tabla 30, 31 y 32.

Con respecto a información sobre caudales, tal como se ha descrito en el municipio de Montecristo no existen estaciones limnográficas, y la disponibilidad de información se encuentra principalmente en las 3 estaciones mencionadas en el LSB-02

8.2.2.1.6. Atmósfera

En cuanto a este componente, la información secundaria recolectada se obtuvo principalmente del IDEAM. Sin embargo, como se mencionó para el título LSB-02, la información no es continua ni corresponde al municipio, y la disponibilidad de información se expone en la tabla 35.

8.2.2.2. MEDIO BIÓTICO

8.2.2.2.1. Ecosistemas

En cuanto a los ecosistemas presentes en el área, se tiene en cuenta inicialmente la cobertura de la zona, la cual se obtuvo del Mapa de cobertura de tierras; este se elaboró bajo la metodología Corine Land Cover adaptada para el país. Se tomó como base el Mapa Nacional de Coberturas de Tierra escala 1:100.000 desarrollado por el IDEAM en el 2018. En el caso de este polígono y esta zona, no se pudo hacer una verificación con imágenes satelitales, pues las revisadas tienen importantes niveles de nubosidad, o no una calidad alta que permita hacer el análisis actualizado.

Tabla 35. Cobertura de la tierra en el área del título LSB-03. Metodología CLC

Cobertura	Área (Ha)	% PP. Área
Mosaico de pastos con espacios naturales	8,97	10,56%
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	11,50	13,73%
Vegetación secundaria baja	6,07	7,23%
Vegetación secundaria alta	57,50	67,75%
Bosque denso alto de tierra firme	0,61	0,73%

Fuente: Mapa Nacional de Coberturas 2018 - IDEAM.

8.2.2.2.2. Ecosistemas terrestres

En 2008, la Serranía de San Lucas fue incluida como Área Importante para las aves y la Biodiversidad (IBA- CO034) por BirdLife International con un área de 30.000 hectáreas. Según PNN y el WCS, quienes desarrollaron la caracterización biológica de la Serranía para el año 2015, de las 587 especies registradas en el área, 10 son endémicas de Colombia y 10 revisten algún grado de amenaza de extinción a escala nacional o global. (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022)

Este mismo estudio registró en la Serranía 1.093 especies de plantas, 71 géneros o morfotipos de macroinvertebrados acuáticos, 45 especies de escarabajos coprófagos, 185

de mariposas, 129 de peces, 69 de anfibios, 62 de reptiles, 587 de aves y 191 de mamíferos (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022)

Del total de especies registradas durante las caracterizaciones biológicas realizadas en el marco de la implementación de la ruta para el establecimiento de un área protegida en la zona, se identificaron nuevas especies o subespecies para la ciencia, entre las cuales se destacan cuatro especies de mariposas (Perrhybris sp. nov., Perrhybris sp. nov., Perrhybris sp. nov. y Euptychia sp.), dos subespecies de mariposas (Dismorphia amphione ssp. nov., y Opoptera aorsa ssp. nov.), una nueva especie de lagarto de colores (Cnemidophorus sp. nov.) (Arias y Bolívar, en prensa), además de tres subespecies nuevas en el grupo de las aves (Basileuterus tristriatus sanlucasensis, Henicorhina leucophrys ssp. nov., Ocreatus underwoodi ssp. nov.). (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2022)

8.2.2.2.3. Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

La serranía de San Lucas, se encuentra en el área declarada como Zona de Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida por la Ley 2° de 1959, la cual fue zonificada por medio de la Resolución 1924 de 2014 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS. Esta resolución estableció 3 tipos de zonas:

- Tipo A: Zonas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural; y el soporte a la diversidad biológica.
- Tipo B: Zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal mediante un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.
- Tipo C: Zonas que por sus características biofísicas ofrecen condiciones para el desarrollo de actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la Reserva Forestal, que deben incorporar el componente forestal, y que no impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales.

Por otra parte, para el 2015 el MADS expide una nueva resolución (Resolución 1628), la cual declara y delimita unas *"zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente",* entre las cuales se encuentra el *Polígono 3.*, el cual corresponde a una parte de los municipios de San Pablo, Cantagallo, Simití, Santa Rosa del Sur, Montecristo, Arenal, Río Viejo, Tiquisio, Morales y Norosí, en el Departamento de Bolívar; y, El Bagre, Remedios y Segovia, en el Departamento de Antioquia. Esta delimitación se realizó con el fin de prevenir el peligro caracterizado por las actividades mineras que no contasen con evaluación ambiental previa, con la cual fueron restringidas nuevas concesiones mineras en esta zona, esta resolución fue prorrogada mediante la resolución 1433 de 2017.

El polígono del título minero LSB-03 se encuentra, al igual que el título LSB-02, esta área de zonificación. Estas áreas se pueden observar en las ilustraciones 6 y 7.

Si bien este proceso no ha culminado, a la fecha Parques Nacionales Naturales avanza en la consolidación de una propuesta de Distrito Nacional de Manejo Integrado, la cual cuenta con algunas u otra categoría armonizada con las comunidades.

8.2.2.3. Medio socioeconómico

8.2.2.3.1. Componente demográfico

Dinámica de poblamiento

El Sur de Bolívar es una Región que se ubica en la Serranía de San Lucas y se encuentra en el medio de los dos principales ríos del país, el Magdalena y el Cauca, limita con los departamentos de Cesar, Santander, Antioquia, Córdoba y Sucre, cubriendo 17 municipios.

Esta región comenzó a poblarse por un continuo desplazamiento presentado en los departamentos cercanos, primero llegan personas huyendo de la violencia de los años 40-50, principalmente liberales que se ubican en las estribaciones de la serranía para protegerse de las imposiciones de los conservadores, allí comienzan a desarrollar actividades como la agricultura, la pesca, la explotación maderera y de oro de aluvión que les permitieron establecer una forma de vida. Estas actividades económicas fueron la motivación principal de nuevos pobladores en la década del sesenta. (FEDEAGROMISBOL, 2007)

Para principios de los años ochenta se inicia el *bum* del oro, se descubre la primera mina de oro de beta (al interior de la montaña) que se denominó mina azul, descubrimientos realizados de manera artesanal y sin estudios técnicos por los habitantes de la serranía, luego se descubrió mina seca en el año 1982, y al finalizar la década aparecen las minas de la parte alta (Caribe, Viejito, Gallo, Paraíso entre otras) y las ubicadas en el Norte en San Martín de Loba. (FEDEAGROMISBOL, 2007)

Dinámica poblacional

Según Rutas del conflicto (2021) “El Estado tiene deudas históricas con este territorio con zonas en donde aún no llega la energía eléctrica, el agua potable, las opciones de educación son escasas” y, para el año 2017 “el 46,2% de la población de los 11 municipios del Sur de Bolívar vive con sus Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), y el 17,73% vivía en miseria”. En el municipio de Montecristo hay una población total de más de 16.000 personas, de las cuales cerca del 45% son mujeres y 55% son hombres.

En términos de la población étnica, a cifras del último Censo Nacional de Población y Vivienda del 2018, el municipio contaba con 0,2% de indígenas y 19,7% de afrocolombianos, y el restante no se reconoce dentro de ningún grupo étnico.

La estructura poblacional se encuentra definida por la pirámide de la Ilustración 8.

8.2.2.3.2. Componente espacial

Según cifras del DANE a 2018, en el municipio de Montecristo solo el 57,8% de las viviendas cuenta con energía eléctrica, 31% a acueducto, el 0,6% de las viviendas tiene acceso a sistema de alcantarillado, el 0,2 cuenta con gas natural, el 19,5% tiene un sistema de recolección de basuras, y el 10,8% cuenta con internet.

En cuanto a estructuras viales, según la cartografía base del IGAC, en el polígono del área no se encuentran vías, sin embargo, en las zonas más aledañas, más cerca al título LSB-03, se encuentra una Vía tipo 6, la cual según el IGAC es un “camino o sendero de adecuación vial generalmente rural, por el cual transitan principalmente peatones y animales. La superficie no tiene pavimento ni afirmado” (sf).

8.2.2.3.3. Componente económico

El área del proyecto se encuentra localizada en el Departamento de Bolívar, el cual cumple una participación en el PIB nacional del 3,51% (a fechas del 2022),

En cuanto al municipio de Montecristo, las actividades económicas que más aportaron en el valor agregado a fechas del 2022 fueron las actividades primarias (195,747 miles de millones de pesos), seguido de las actividades terciarias (116,392 miles de millones de pesos), y las actividades secundarias con 17,524 miles de millones de pesos. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2022)

Por otro lado, según el Conteo de Unidades Económicas del 2021, el municipio cuenta con 437 U.E, de las cuales el 45% corresponde al sector comercial, el 52% al sector de servicios, y el restante se encuentra distribuido en la construcción, industria, transporte. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-, 2021)

8.2.3. Valoraciones sobre la información recopilada

Las valoraciones sobre la información recopilada se centran en lo que aporta a una posterior delimitación y caracterización del área de influencia, según los TDR aplicables a proyectos de explotación minera.

Este análisis se recopila en la tabla 36, donde también se indican aquellos aspectos que deben ser tenidos en cuenta en la hoja de ruta para levantamiento de información primaria y de campo.

8.3. Hoja de ruta para una posterior delimitación del área de influencia de los títulos mineros

Debido a las múltiples dificultades para levantar información en campo, y las limitaciones existentes en la información existente que no permite concluir un área de influencia acorde a los requisitos normativos, se presenta a continuación una matriz que contiene aquellos aspectos requeridos en la norma para la presentación de una EIA. Esta matriz es un insumo que cuenta con la información secundaria recopilada, contiene las valoraciones sobre su vigencia y aporte a la caracterización del A.I, y establece la información primaria que debe levantarse para complementar los requisitos técnicos.

Es importante tener presente que la información a levantar debe hacerse en un área que, según la Evaluación de impactos, corresponda a los impactos significativos en cada componente o medio, por lo que, por ejemplo, en el caso de la geología, la delimitación para ese componente será el polígono donde se encuentra el proyecto.

Tabla 36. Matriz de análisis y hoja de ruta para levantamiento de información

Necesidades según normatividad (TDR Proyectos de explotación minera/2016)				Información secundaria disponible	Año de publicación	Valoraciones e información primaria requerida
Medio	**Componente**	**Subcomponente**	**Descripción**			
Abiótico	Geología	Geología regional	1. Unidades geológicas aflorantes (ajustada a control de campo) 2. Geología estructural del área (ajustada a control de campo) 3. Planos de planta y secciones transversales Ajustadas a la nomenclatura del SGC a escala 1:25.000 o más detallada	1. Mapa y Atlas Geológico Colombiano, con información de unidades y geología estructural	2023	La información recopilada en cuanto al MGC y AGC es reciente, por lo que es útil para caracterizar de manera preliminar las unidades geológicas aflorantes y la geología estructural en la región. En cuanto a estudios detallados sobre el área donde se desarrollan las explotaciones mineras, estos no se encuentran tan actualizados, sin embargo, permiten tener un nivel de detalle importante para una posterior verificación en campo, pues son estudios a escalas 1:100.000, a diferencia del MPG y el AGC a escala 1:500.000 Se debe levantar información para completar planos de planta y secciones transversales. Esto, utilizando las técnicas disponibles y debe ser consistente con la nomenclatura geológica nacional, establecida por el Servicio Geológico Colombiano a escala 1:25.000 o más detallado
				2. Estudio de INGEOMINAS con el Consorcio GSG, en el área de la plancha 84, la cual contiene mapa e información geológica del municipio de Montecristo, donde se desarrolla la explotación	2015	
				3. Otros estudios geológicos, artículos científicos, etc. (Evolución geológica de la Serranía de San Lucas, Norte del Valle Medio del Magdalena y Noroeste de la Cordillera Oriental. Revista Boletín de Geología. Universidad Industrial de Santander. Clavijo, J)	2008	
		Geología de yacimiento	1. Descripción litológica, referencia de edad, origen, espesor, distribución y posición en la secuencia de las distintas unidades	1. Mapa y Atlas Geológico Colombiano	2023	La información secundaria recopilada no ofrece altos niveles de detalle, además,

			litológicas en el área de estudio. Columna estratigráfica. 2. Caracterización geoquímica de los niveles litológicos a intervenir 3. Geología estructural del área a intervenir (fallas, pliegues, estado de macizo rocoso, estructuras sinclinales, et) 4. Definir claramente tanto las unidades objeto de explotación y rocas encajantes, como las unidades cuaternarias (tales como depósitos aluviales, coluviales, terrazas y otros), que puedan verse afectadas por el desarrollo del proyecto minero. Información cartográfica ajustada a nomenclatura geológica nacional a escala 1:10.000 o más detallada	2. Programas de trabajos y obras de los títulos, con algunas características de la mina de explotación, modelo geológico y planos	2020	los PTO no ofrecen una caracterización litológica detallada. Levantamiento de información de campo para columna estratigráfica, planos de planta y secciones transversales. Se debe ajustar la información que está en los PTO, para que describa de manera detallada las unidades objeto de explotación o que puedan verse afectadas por el desarrollo del proyecto.
		Geoquímica del yacimiento	1. Elaboración según la *Guía para evaluar EIA's de Proyectos Mineros* de la ELAW (2010), particularmente lo requerido en - Mineralogía del análisis de la roca entera - Potencial de generación de ácido - pruebas estáticas y cinéticas de los materiales minados - Potencial de generación de contaminantes lixiviados - pruebas de lixiviación a corto y largo plazo - Identificación de contaminantes de interés			Los PTO no ofrecen una caracterización geoquímica detallada del yacimiento, y no se encontró información secundaria que permita hacer esta caracterización a partir de otros estudios. Por ello, se deben realizar las diferentes pruebas de campo y muestreos según la Guía para evaluar EIA's de Proyectos Mineros de la ELAW, y hacer caracterización y mediciones de volúmenes de materiales generados, análisis de laboratorios con pruebas de relave y generación de lixiviados, entre otras pruebas establecidas en la guía.
	Geomorfología		1. Caracterización de geoformas, incluyendo génesis, evolución, rangos de pendientes, patrones y densidades de drenaje. 2. Análisis multitemporal para procesos de inestabilidad de laderas, remoción en masa y erosión, e intervenciones antrópicas (cortes mineros, vías, rellenos, adecuaciones urbanísticas). Para ello considerar:	1. Mapa de suelos del IGAC, que contiene aspectos de geomorfología y relieve. Escala 1:100.000	1997	Parte de la información existente que se encuentra enlistada en esta matriz no se detalló el apartado 8.2, sin embargo, la información sobre suelos y zonas susceptibles a inundación se encuentra desactualizada, por lo que se deben

		- Dinámica actual - 10, 20, 30, 40 o 50 años atrá - La más antigua 3. Examen de fotointerpretación geomorfológica y/o interpretación de imágenes de sensores remotos disponibles (con verificación en campo) 4. Determinación de áreas de sedimentación activa (conos de talud, abanicos aluviales activos, lóbulos de sedimentación, barras de sedimentación activas, deltas y áreas en subsidencia relativa con acumulación de sedimentos). 5. Además de los mapas anteriores, mapas de inundaciones, inestabilidad de cauces, avenidas torrenciales, y de susceptibilidad a los mismos	2. Estudio de INGEOMINAS con el Consorcio GSG, en el área de la plancha 84, la cual contiene mapa e información geomorfológica del municipio de Montecristo, donde se desarrolla la explotación	2015	hacer estudios de suelos y recopilar la información requerida de precipitación, erosión e inestabilidad para las respectivas modelaciones y análisis cartográfico. Se puede usar como base la información de los mapas de inestabilidad e inundabilidad del país, pero al no cumplir con el nivel de detalle requerido (escala 1:10.000), es recomendable elaborar esta información actualizada con datos de campo Con la información de imágenes satelitales encontradas, se pueden establecer polígonos que identifiquen procesos de erosión. Se debe incluir el examen de fotointerpretación geomorfológica y/o interpretación de imágenes, y determinar áreas de erosión activa, áreas de sedimentación activos, procesos de remoción en masa activos.
			3. Mapa de amenaza por movimientos en masa para el departamento de Bolívar	2019	
			4. Mapa nacional de zonas susceptibles a inundación (escala 1:500.000)	2010	
			5. Cartografía base del IGAC con curvas de nivel cada 100 metros, que permite avanzar en análisis de pendientes, inestabilidad, remoción en masa.	2022	
			Imágenes satelitales LANDSATT 8 y 9. Algunas con bastante nubosidad pero otras con alta resolución	2023/2022/2021/2018/2014	

	Paisaje	1. Elementos del paisaje 2. Unidades de paisaje local (escala 1:10.000 o más detallada). Se pueden establecer a través de sensores remotos como imágenes de satélite, radar o fotografías aéreas, entre otra información de utilidad o esquema metodológico que los sustente 3. Análisis de la visibilidad, calidad y fragilidad visual del paisaje. 4. Identificación de los elementos discordantes con el respectivo análisis de correspondencia cromática y tamaño de la discordancia. 5. Sitios de interés paisajístico 6. Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona 7. Percepción de las comunidades de su entorno físico en términos culturales	Imágenes satelitales LANDSATT 8 y 9. Algunas con bastante nubosidad, pero otras con alta resolución	2023/2022/2021/2018/2014	Con la información de algunas imágenes satelitales encontradas, se pueden establecer elementos discordantes de paisaje y todo lo necesario para su caracterización Sin embargo, se deben igual desarrollar verificaciones y análisis en campo con recorridos y vuelos para toma de ortofotos. Con respecto a los sitios de interés paisajístico, no se encontró información secundaria de esto, sin embargo, este punto y el 7 se pueden establecer vía encuestas u otras herramientas de participación con las comunidades
	Suelos y uso de la tierra	1. Vocación del suelo (según metodología de capacidad de uso del IGAC) 2. Estado actual de los suelos (fertilidad, contaminación, compactación, degradación por erosión) 3. Uso actual del suelo y conflictos de uso Hacerlo con análisis de la información secundaria pero acompañado de control de campo de acuerdo al tipo de proyecto, a partir de la apertura de calicatas y cajuelas para la determinación de las características físicas y químicas de los diferentes horizontes que conforman los perfiles modales de la unidad cartográfica de suelo diferenciada. 4. Análisis de servicios ecosistémicos que se ofrecen allí	1. Mapa de suelos del IGAC del departamento de Bolívar, contiene información de génesis, características físicas, químicas, mineralógicas, morfológicas, taxonomía y distribución. Escala 1:100.000	1997	Tal como se mencionó en la sección de geomorfología, la información del mapa de suelos se encuentra desactualizada, por lo que debe verificarse con estudio de suelos que desarrolle excavaciones y pruebas de infiltración, determinación de horizontes, estructura, etc. Con respecto a las áreas de conflicto de uso de suelo, estas se pueden determinar utilizando como insumo el Mapa de clasificación de tierras por su

		5. Características físicas, químicas y biológicas del suelo que se va a remover en la zona de explotación 6. Identificar elementos considerados contaminantes en el suelo que pueden ser utilizados en el proyecto, usando umbrales máximos de concentración. Cartografía de suelos con su correspondiente memoria técnica, a escala 1:10.000 o más detallada	2. Mapa de capacidad de uso de la tierra de Bolívar, el cual contiene información sobre las potencialidades y limitaciones de uso de las tierras a partir del análisis de las características de los suelos. Se definen las unidades cartográficas de capacidad de uso teniendo en cuenta las clases agrológicas de las tierras con sus respectivos componentes: Clase, Subclase, Grupo de manejo, Principales Limitantes y Prácticas de Manejo. Escala 1:100.000	1997	oferta ambiental, así como la cartografía de los polígonos que hacen parte del SINAP y PNN. Esta información se puede contrastar con la información del mapa de 1997 y las actualizaciones de campo, y así lograr determinar zonas de conflicto por subuso o sobreuso según capacidad. Para el desarrollo de los productos de campo, se deben revisar los lineamientos del IGAC, como el instructivo de "*Etapa de campo para levantamiento de suelos"*. Incluso, hacerlo teniendo en cuenta instructivos de etapas previas de campo. Se debe realizar los análisis de laboratorios para determinar características químicas y biológicas del suelo. Determinar contaminantes y puntos de vertimientos si se dan sobre el suelo.
			3. Mapa nacional de conflicto de uso del suelo, a escala 1:100.000	2013	
			4. Mapa nacional de clasificación de tierras por oferta ambiental, el cual contiene áreas de conservación y protección ambiental, las áreas de producción agrícola, ganadera y explotación de recursos naturales, las áreas de susceptibilidad y amenazas y las áreas	2017	

				consideradas, así como las áreas de patrimonio cultural de la nación. Escala 1:100.000		
	Hidrología	Análisis hidrológico	1. Series de caudal, precipitación, evaporación, y toda la información hidroclimatológica del IDEAM 2. Características morfométricas de las cuencas hidrográficas que se localicen en el área de influencia, con sus zonas de recarga 3. Régimen hidrológico predominante en series mensuales multinanuales, con curvas de duración de caudales generada a partir de series caudales diarios y/o mensuales; caudales máximos y mínimos a periodos de retorno de (2, 5, 10, 25, 50 y 100 años). Esto para todos los cuerpos de agua susceptibles a ser impactados, y utilizando diagramas de cajas y bigotes 4. Caudal ambiental 5. Análisis de indicadores hidrológicos	Información sobre caudales de las estaciones hidroclimatológicas mencionadas en la tabla 26. Con caudales medios mensuales de los últimos 10 años en algunos cuerpos de agua de municipios aledaños a Montecristo.	2014 - 2024	El Estudio Nacional del Agua del 2022 es un insumo importante para la caracterización del componente hidrológico, pues además de ser información actualizada recientemente, brinda la información de algunos aspectos requeridos en los TDR, como los indicadores hidrológicos relacionados con oferta y demanda hídrica.

			6. Sistemas lénticos y lóticos identificados 7. Características de redes de drenaje 8. Identificación de la dinámica fluvial y posibles alteraciones temporales y espaciales de inundaciones El análisis hidrológico debe tener por lo menos diez (10) años de registro consecutivo, considerando la información hidrometeorológica disponible para la zona de estudio.	Estudio Nacional del Agua del IDEAM	2022	Además, ofrece un paneo general sobre el estado de la calidad del agua en la subzona hidrográfica Con la información de imágenes satelitales, se puede establecer cuerpos lénticos y lóticos (por ejemplo, el ancho del Río Ariza), lo cual puede ser útil para establecer márgenes hídricas, y determinar algunos parámetros hidráulicos. En relación con la información sobre caudales, no se encontraron datos del río Ariza o las quebradas que pasan por los polígonos de los títulos mineros, por lo que eso imposibilita hacer modelaciones. Esta información debe entonces levantarse en campo Tal como se expresó en la revisión del punto 8.2, se debe consultar con la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar si existe información preliminar sobre la caracterización de la cuenca de la subzona hidrográfica 2626, en la cual se encuentran ambos títulos mineros, esta permitirá identificar microcuencas, morfologías, redes de drenaje, entre otros. Al no haber información sobre el Río Ariza, que es el que pasa por las zonas del título minero, se deben hacer estudios en campo sobre caudales de este río, características hidráulicas, caracterización físico-química y biológica, etc.
		Calidad del agua	1. Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de las corrientes hídricas del área de influencia susceptibles de intervención, considerando al menos época seca y época de lluvias. 2. Georreferenciación de los sitios de muestreo, así como métodos, técnicas y periodicidad. Incluir muestreo de sedimentos para analizar mercurio y metil-mercurio 3. Caracterización de los parámetros definidos en la Resolución 631 de 2015 de acuerdo a los tipos de mineral a explotar para los cuerpos de agua que serán aprovechados por el desarrollo del proyecto para concesiones de agua, vertimientos, ocupaciones de cauce, así como los que se podrían ver afectados según el análisis de impactos ambientales 4. Estimar indicadores como: Índice de Langelier y de la Capacidad Buffer, ICA, IACAL, entre otros. Hacerlo también para concesiones para consumo humano y doméstico, agrícola,			

			pecuario y/o recreativo 5. Muestreo sobre cuerpos receptores en caso de vertimientos. Muestreos de calidad del agua deben realizarse a través de laboratorios acreditados por el IDEAM			Se deben georreferenciar puntos de vertimientos, así como medición de caudales de vertimientos y concentraciones de contaminantes para determinar zonas de mezcla Con la información recopilada adelantar procesos de modelación, para ello, tener en cuenta los lineamientos y disposiciones establecidas en la *Guía nacional de modelación del recurso hídrico para aguas superficiales continentales* elaborada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
		Uso del agua	1. Uso actual del agua, y uso proyectado de cuerpos de agua (consumo humano, hidroeléctricas, etc), que podrían ser afectados por el proyecto (información primaria y fuentes de gestión de RH) 2. Consultar Registro de Usuarios del Recurso Hídrico por la autoridad ambiental 3. Posibles conflictos de uso Mapas a escala 1:5.000 o más detallada			
				Mapa de zonificación hidrográfica del país	2022	
	Hidrogeología		1. Caracterización de agua subterránea y acuíferos de la zona (de carácter regional y local) 2. Modelo hidrogeológico conceptual que integra evaluación de los otros componentes. Debe contener: - Evaluación geológica/geofísica, con: *Georreferenciación de los sondeos geofísicos *Evaluación hidrológica, clasificando los cuerpos de agua	Mapa de zonificación hidrogeológica del país	2010	La información recopilada es escasa, además, el mapa de zonificación hidrogeológica no se encontró disponible en la web para conocer en detalle su contenido. En caso de acceder a esta información, sirve como insumo para complementar el numeral 1.

		superficial que recargan/son alimentados por acuíferos. Además, presentar inventario de puntos de agua subterránea con respectiva georreferenciación. Construir mapas piezométricos para cada unidad hidrogeológica - Evaluación hidráulica: determinar propiedades hidráulicas para las unidades hidrogeológicas, con ensayos hidráulicos de campo. Mapas de propiedades hidráulicas por unidad hidrogeológica y análisis de su isotropía - Evaluación hidrogeoquímica e isotópica: debe tener: *Hidrogeoquímica: monitoreos pH, conductividad eléctrica, etc *Isotopía: monitoreo de Deuterio, Oxígeno 18 y Tritio. Establecer las relaciones existentes entre aguas lluvias, superficiales y subterráneas, para identificar recargas, tránsitos y descargas. El muestreo debe ser con protocolos de la IAEA *Drenajes mineros ácidos: En caso de que las rocas del área y/o el mineral a explotar contengan azufre pirítico y otros sulfuros, se debe efectuar una evaluación del potencial de generación de DMA, haciendo muestreos en la zona 3. Modelo numérico del flujo de las aguas subterráneas: con software de flujo de aguas subterráneas	Atlas de aguas subterráneas de Colombia a escala 1:500.000. Plancha 5-06. Este ofrece información de caracterización regional que debe complementarse	2003	En general, en este aparado se debe hacer la evaluación hidráulica e hidrológica a través de trabajo de campo. Recopilación de información sobre existencia de acuíferos, descripción o tipo de acuífero, pozos, manantiales o aljibes existentes, niveles piezométricos, caudales, caracterización de zonas de recarga. Se deben registrar los puntos de agua subterránea a partir del Formulario único Nacional para Inventario de puntos de Agua Subterránea (FUNIAS) Como guía para el abordaje de las diferentes fases solicitadas en este componente pueden utilizarse como referencia los Lineamientos conceptuales y metodológicos de la Evaluación Regional del Agua – ERA del IDEAM, la Guía metodológica para la formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos de Min Ambiente y los lineamientos vigentes para la presentación de mapas hidrogeológicos del Servicio Geológico Colombiano (SGC). Para la ejecución y diseño del muestreo se recomienda cumplir con las normas técnicas NTC-ISO 5667-1, NTC ISO 5667-11 y NTC ISO 5667-18 (establecidas por el ICONTEC), o sus respectivas actualizaciones.

	Geotecnia		1. Estudio de amenaza sísmica según normas NSR 2. Caracterización cuantitativa de los materiales geológicos que soportarán las obras del proyecto, y procesos de inestabilidad identificadas en el área 3. Geotecnia para las áreas de influencia de las obras subterráneas. (contornos del macizo), identificando niveles de estabilidad de las excavaciones en función de probabilidad de fallas. 4. Modelo geológico prospectado especial para minería subterránea Trabajo de campo con laboratorio. Presentar en planta y perfil a escala 1:5.000 o más detallada	Información geológica y de suelos, la cual sirve de insumo para el desarrollo de mapas geotécnicos.		La información geológica y de suelos permite hacer una aproximación a la capacidad portante del terreno, pues con la información descrita en el apartado de geología y la información de suelos, se puede identificar características de la roca y las texturas que permiten la elaboración de este mapa. Aún así, es importante determinar niveles de inestabilidad a partir del desarrollo de trabajo de campo, donde se requieren procesos de excavaciones, ensayos de laboratorio.
				Mapa de amenaza sísmica a nivel nacional	2016	
	Atmósfera	Meteorología	1. Tendencias de vientos anuales, rosas de viento diurna y nocturna, variaciones mensuales de la rosa de viento y análisis de existencias de varias condiciones micrometerológicas de vientos. 2.Tendencias en temperatura superficial promedio, temperatura máxima diaria registrada, temperatura mínima diaria registrada. 3. Presión atmosférica promedio mensual (mb). 4.Tendencias de precipitación durante los últimos años (medias horarias, medias diarias, mensuales y anuales). 5. Identificación de época seca y húmeda a través de histogramas de temperatura vs precipitación. 6. Humedad relativa: media, máxima y mínima mensual. 7. Tendencia de la Radiación solar anual, variaciones mensuales y perfiles horarios de la radiación solar. 8. Tendencia de la Nubosidad horaria, mensual y anual y variación de la Nubosidad horaria. Analizar lo anterior con base a la información de estaciones meteorológicas del IDEAM existentes en la región, y con un tiempo de análisis de mínimo 5 años. En caso de no haber información, hacer re-análisis global y usar ejemplos modelos de clima o tiempo (CFRS, ERA, etc)	Datos de precipitación, temperatura, radiación, humedad, etc, del IDEAM de las estaciones descritas en la tabla 27.	2014-2024	Ninguna de las estaciones meteorológicas del IDEAM se encuentra en Montecristo, municipio donde están los títulos mineros, por lo que no se puede a detalle obtener esta información por medio de la información oficial. Aun así, según los TDR la información meteorológica puede ser tomada de los datos de re-análisis global, obtenidos directamente de internet, de fuentes confiables y que puedan ser validadas, como por ejemplo modelos de clima o tiempo (CFRS, ERA 40, CAM, WRF, MM5, etc.). Sin embargo, como paso previo a la selección de la fuente de datos se debe realizar un análisis estadístico del error obtenido mediante el proceso de re-análisis, comparando los resultados obtenidos con los datos de las
				Mapa de clasificación climática de Caldas-Lang	2014	

		Inventario de fuentes de emisiones atmosféricas	2. Fuentes de emisión atmosférica existentes, identificadas en las diferentes fases del proyecto, obra o actividad. Fuentes fijas (puntuales y difusas) y los trazados de operación de las fuentes móviles con sus respectivos aforos, así como clasificación de vehículos por peso y tipo de combustible. 2. Fuentes que son objeto de evaluación en las diferentes fases del proyecto, mediante diagramas de flujo del proceso en el que se identifiquen los contaminantes emitidos en cada una de los procesos. 3. Identificar y georreferenciar los potenciales receptores de interés en asentamientos (humanos, viviendas, infraestructura social, económica cultural y/o recreativa) y ecosistemas estratégicos que puedan ser afectados en las fases del proyecto, obra o actividad.			estaciones aledañas que se encontraron. En relación con la calidad del aire, tener en cuenta las *Guías para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas* elaborado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Usar el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas (MAVDT, 2010) El proceso de captura de información debe estar de acuerdo con lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire Desarrollo de inventarios, estudios de calidad del aire y de ruido, datos de campo, y uso de equipos especializados para ello (sonómetros, monitores de calidad del aire). Monitorear a nivel de inmisión de metales como el mercurio, según el método EPA
		Estimación de la emisión atmosférica	1. Cuantificar las emisiones atmosféricas de las fuentes identificadas (masa de descarga de contaminantes) 2. Ubicar las fuentes de emisión existentes 3. Ubicación de los sistemas y equipos de control existentes y proyectados 4. Plan de contingencia de los sistemas de control de emisiones			
		Calidad del aire	1. Estudios sobre calidad del aire en la zona de influencia de máximo 2 años, elaborados por terceros. (En caso de no existir, desarrollar línea base) 2. Monitoreo a nivel de inmisión de metales como arsénico, plomo, cadmio, níquel, cromo y mercurio, según método EPA Mapas a escala 1:10.000 o más resolución, según protocolo de monitoreo MADS			

		Modelación de Calidad del Aire	1. Proyectar y simular el comportamiento de contaminantes de las diferentes fuentes identificadas según modelo matemático seleccionado (Gaussiano, Lagrangiano, etc). Modelar 3 escenarios: línea base (sin proyecto), operación del proyecto sin medidas de control y operación del proyecto con medidas de control. Toda esta información se debe presentar con un informe 2. Características y datos de estaciones meteorológicas 3. Información topográfica del área modelada 4. Localización de receptores del impacto atmosférico (centros poblados), con cartografía Los mapas deben estar en escala 1:10.000 o más detallada			
		Ruido y vibración	1. Inventario de fuentes de generación de ruido fijas, de área y con los trazados de operación de las móviles (flujo vehicular de un lapso mínimo de 24 horas), identificar punto de aforo (ancho de calzada, carriles, material de rodadura vía, pendiente). 2. Potenciales receptores de interés en asentamientos antrópicos y ecosistemas estratégicos 3. Muestreo de niveles de presión sonora (ruido ambiental) en las zonas más sensibles. Número de puntos significativos 4. Planos de las curvas isófonas y comparación con estándaros máximos permisibles en niveles de ruido ambiental 5. Simulaciones para proyectar los niveles de presión sonora que pueden generarse por el proyecto 6. Muestreos de vibraciones según lo dispuesto en la DIN 4150. Utilizar sensores sísmicos y equipos de almacenamiento y procesamiento de datos. 7. Identificar posibles riesgos o daños cosméticas por vibraciones en las edificaciones del área de influencia.			
Biótico	Ecosistemas		1. Mapa de ecosistemas terrestres y acuáticos naturales y transformados del área de influencia 2. Cobertura de tierra asociadas bajo metodología Corine Land Cover	Mapa de cobertura de tierras de Colombia según CLC	2018	Con la información de algunas imágenes satelitales encontradas, se pudo hacer en análisis de coberturas vegetales con el método no supervisado en

				Imágenes satelitales LANDSATT 8 y 9. Algunas con bastante nubosidad y otras con alta resolución	2023/2022/2021/2018/2014	herramientas GIS, esta información se contrastó adicionalmente con el mapa nacional de coberturas. Las coberturas que se determinaron se deben verificar en con información de campo. Con el mapa de ecosistemas y la verificación en campo se puede completar la información del numeral 1.
				Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia	2017	
	Ecosistemas terrestres	Flora	1. Información existente sobre flora potencialmente presente en el área de influencia, según fuentes secundarias 2. Caracterización de cobertura vegetal por unidades, con tipo de muestreo a emplear, diversidad de especies, individuos con identificación a nivel taxonómico lo más detallado posible, etc. 3. Análisis de densidad, frecuencia, abundancia, dominancia, estado sucesional, grado de sociabilidad, perfiles de vegetación 4. Estimación de carbono y biomasa de individuos inventariados 5. Análisis de fragmentación y conectividad de ecosistemas	Caracterización biológica de la Serranía de San Lucas - WCS y PNN	2015	La información secundaria existente permite tener una base de análisis para caracterizar la flora presente en el área, sin embargo, se deben adelantar inventarios en campo y análisis de laboratorios según lo establecen los TDR. Algunas metodologías para caracterizar las coberturas pueden ser: - Patterns of Neotropical plant species diversity de Gentry (1982) - Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales de Braun Blanquet (1979). - Metodología para el estudio de la vegetación de Matteuci y Colma (1982). - Métodos de estudio de la vegetación de Rangel y Velásquez (1997). - Caracterización biológica de plantas (en paisajes rurales) de Lozano-Zambrano y colaboradores (2009).
		Fauna	1. Información existente sobre fauna potencialmente presente en el área de influencia, según fuentes secundarias 2. Inventarios y caraceterizaciones de biodiversidad, con actividades de recolección de especímenes, que permita caracterizar cada unidad de cobertura vegetal y hacer determinaciones taxonómicas 3. Matrices primarias con listados de especies con tipo de registro y parámetros ecológicos 4. Estructura de grupos de estudio (composición, riqueza,	Caracterización biológica de la Serranía de San Lucas - WCS y PNN	2015	La información secundaria existente permite tener una base de análisis para caracterizar la fauna presente en el área, tal como se expuso en el apartado 8.2. Sin embargo, se deben adelantar inventarios en campo y análisis de laboratorios según lo establecen los TDR.

			abundancia de taxones) 5. Establecer categorías de amenaza de las especies (libros rojos, resoluciones minambiente, etc)			Algunos métodos para los inventarios de fauna pueden ser del Instituto Alexander von Humboldt, por ejemplo: - Manual de métodos para desarrollo de inventarios de biodiversidad (Villareal et al., 2006), - Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales (Lozano-Zambrano et al., 2009) - Peces de los Andes de Colombia (Maldonado et al., 2005) También se encuentran metodologías del el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis, The Nature Conservancy-TNC, y Conservación Internacional Colombia. Estas metodologías pueden ser: - Un Enfoque en la Naturaleza: Evaluaciones Ecológicas Rápidas (Sayre et al., 2002) - Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina (Angulo et al., 2006),
	Ecosistemas acuáticos		1. Caracterización de comunidades hidrobiológicas (perifiton, macroinvertebrados asociados al bentos y fauna íctica en sistemas lóticos y lénticos, y adicionalmente muestreos de plancton (fito y zoo) y macrófitas en sistemas lénticos). Muestreos en al menos dos periodos (aguas altas y aguas bajas) 2. Análisis de hábitats, distribución espacial y temporal, interrelaciones con otros grupos/ecosistemas 3. Identificar y caracterizar la fauna íctica de mayor importancia ecológica y económica asociada a los principales cuerpos de agua. 4. Identificar la presencia de metales pesados en la fauna íctica, mediante análisis toxicológico; la muestra debe ser significativa y debe ser tomada en los cuerpos de agua que serán objeto de intervención y en aquellos que de acuerdo al análisis de			La información secundaria recopilada puede ofrecer una línea base, sin embargo, su enfoque no es sobre comunidades hidrobiológicas, por lo que esta información debe levantarse principalmente en campo Al ser una zona donde no se encuentran muchos cuerpos lenticos, se debe hacer muestreos y análisis de laboratorio para caracterización de los cuerpos lóticos como río Ariza u otros importantes en las zonas

		impactos ambientales se podrían ver alterados por el desarrollo del proyecto. 5. Identificar las especies migratorias, en veda, y/o endémicas			
	Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas	Identificar: 1. Áreas protegidas (de carácter público o privado) legalmente declaradas. 2. Otros instrumentos de ordenamiento/planificación, así como otras áreas de reglamentación especial (p.e. áreas de reserva forestal de Ley 2ª de 1959, Reservas de la biosfera, entre otros). 3. Ecosistemas estratégicos identificados a nivel local, regional, nacional, y/o internacional (p.e. humedales, páramos, manglares, humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención RAMSAR). 4. Áreas con prioridades de conservación contempladas por parte de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Solicitar vedas o sustracciones de áreas de reserva forestal si el proyecto se encuentra allí	Propuesta de Área protegida en la Serranía de San Lucas "Una Apuesta de Construcción Colectiva de Territorio"	2018	La información secundaria obtenida es completa y permite caracterizar este componente, además, se puede complementar la información con la existente en los registros del SINAP y PNN
			Resolución 1628 que declara y delimita zona de protección y desarrollo de RNR. Delimita el polígono de la Serranía de San Lucas	2015	
Socio-económico		Información municipal como unidad territorial a analizar en el diagnóstico del medio socioeconómico	Censo Nacional de Población y Vivienda del DANE	2018	En general, sobre el medio socioeconómico se requiere desarrollo de trabajo de campo para caracterización de los diferentes componentes. Si bien hay información que puede aparecer actualizada por departamento, de fuentes confiables como el DANE, la información a nivel municipal o veredal es menor. En ese sentido, no es posible solo usar la información del departamento, pues se ampliaría mucho el área de influencia a lo que en realidad es. Por eso, se debe tener en cuenta que debe levantarse información detallada a nivel municipal y veredal. Para eso, realizar caracterización a partir de encuestas, cartografía social, visitas,
	Participación y socialización con las comunidades	1. Realizar proceso de socialización con autoridades regionales 2. Realizar socialización con organizaciones sociales e instituciones presentes en el área de influencia, y con aquellas personas que puedan verse afectadas o ver afectadas sus actividades. Incluir propietarios de predios a intervenir, predios donde se solicite el uso y aprovechamiento de RRNN 3. Involucrar Juantas administradoras de acueductos que se surtan de acuíferos localizados en el área de influencia del túnel 4. Socialización de todas las etapas del proyecto (exploración, montaje, explotación, beneficio). Se debe socializar impactos y medidas de manejo.			

			5. Socializar resultados del EIA, previa radicación con la CSB 6. En caso de existir comunidades étnicas, incluir mecanismos de participación (consultas previas u otros establecidos por la normatividad)			trabajo con entidades municipales, entre otros. Con la información de imágenes satelitales encontradas, se pueden identificar equipamientos en términos de vías, infraestructura social y deportiva, infraestructura educativa, etc. Se debe solicitar certificado de presencia de comunidades étnicas al Ministerio del Interior
	Componente demográfico	Dinámica de poblamiento	1. Historia más relevante de la ocupación del territorio 2. Grupos socioculturales 3. Ocupación y expansión de los asentamientos en el territorio			
		Dinámica poblacional	1. Tasa de natalidad y mortalidad 2. Movilidad espacial actual y tendencial, y los factores que influyen en fenómenos de migración 3. Estructura de la población por edad y sexo, distribución entre áreas rural y urbana 4. Índice de NBI de la población 5. Caracterización de grupos poblacionales 6. Tendencias demográficas 7. Prresencia de población en situación de desplazamiento, formas de incorporación a la unidad territorial 8. Patrones de asentamiento (nuclear o disperso), # de viviendas 9. Identificación de predios que se encuentren dentro del área de concesión, uso de la tierra y extensión			
	Componente espacial	Servicios públicos	1. Acueducto y alcantarillado, tipos de uso, población usuaria, cobertura y calidad 2. Disposición de excretas (alcantarillado, pozos sépticos, etc) 3. Sistemas de recolección y disposición de residuos sólidos 4. Servicios de energía, gas y telefonía	Cartografía base del IGAC a escala 1:25.000	2018	

		Servicios sociales	1. Infraestructura educativa y de salud 2. Infraestructura recreativa y deportiva 3. Infraestructura de transporte y uso de vías 4. Centros poblados que ofrecen servicios administrativos (notarías, inspecciones de policía, etc), y establecimiento de relaciones funcionales 5. Tipificación de las características de viviendas 6. Medios de comunicación existentes	Boletines técnicos sobre el departamento de Bolívar elaborados por el DANE	2021, 2020	
	Componente económico		1. Estructura de la propiedad. 2. Procesos productivos y tecnológicos (se deben incluir los procesos desarrollados por los actores que ejercen la actividad minera en el área de influencia). Sean de caracter público, privados o comunitarios 3. Caracterización del mercado laboral actual. 4. Polos de desarrollo y/o enclaves que interactúan con el área de influencia. 5. Estructura comercial, redes de comercialización, cadenas productivas y su relación en las dinámicas económicas regionales. 6. Empresas productivas en los sectores primario, secundario y terciario. 7. Tamaño de la Unidad Agrícola Familiar -UAF- establecida para cada municipio 8. Tendencias de empleo en el corto y mediano plazo y su afectación por la implementación del proyecto 9. Actividades económicas relacionadas con el turismo y/o recreación 10. Características de la población que depende de la actividad minera, que se encuentra en el áre de influencia del proyecto. # de mineros, minería ejercida, niveles de ingreso, organización y condiciones sociales	Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Montecristo	2001	
				Información económica, demográfica, social, de infraestructura y equipamientos del DANE. Geovisores		
	Componente cultural	Comunidades no étnicas	1. Patrimonio cultural inmaterial: prácticas sociales, tradiciones estéticas y modos de conocimiento perpetuados en el seno de la comunidad 2. Bienes inmuebles declarados de interés cultural que se encuentren dentro del área de influencia, indicando el acto administrativo mediante el cual fueron declarados, así como sus respectivos Planes Especiales de Manejo y Protección en caso de que existan.	Mapa del patrimonio inmaterial de la Nación	2006	

			3. Espacios de tránsito y desplazamiento. 4. Áreas de uso cultural para la recreación y el esparcimiento, otros de importancia cultural. 5. Modificaciones culturales: hacer una aproximación a los valores culturales exógenos que puedan conducir a un cambio cultural (como desplazamientos poblacionales, ordenamientos del territorio, etc.). 6. Bases del sistema sociocultural: describir las prácticas culturales más relevantes y el sistema de creencias y valores que las generan y que de alguna manera podrían interactuar en algún momento con el proyecto. 7. Uso y manejo del entorno: identificar la dinámica de la presión cultural sobre los recursos naturales renovables y el medio ambiente. 8. Análisis del orden espacial y sus redes culturales a fin de evaluar la desarticulación que puede producirse en el territorio por la ejecución del proyecto.			
		Comunidades étnicas	1. Caracterización de comunidades étnicas presentes en Montecristo. 2. Caracterización de comunidades étnicas certificadas en el área de intervención de las actividades del proyecto, con los mismo aspectos ya mencionados, además de aspectos religiosos/cosmogónicos, etnolingüísticos, y de la organización sociocultural	Mapa de patrimonio cultural intangible del Ministerio de Cultura	2021	
	Componente arqueológico		Anexar programa de arqueología preventivo. Para ello, revisar los TDR expedidos en el 2021 por el Ministerio de Cultura	Mapa de bienes tangibles del Ministerio de Cultura	2021	

	Componente político-organizatvo	Aspectos político-administrativos	Características político administrativas del municipio, así como lo referente a partidos políticos existentes	Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Montecristo	2001	
		Presencia institucional y organización comunitaria	1. Instituciones públicas existentes en el municipio, capacidades y condiciones 2. Identificar organizaciones privadas,internacionales, sociales y comunitarias, y precisar su tiempo de permanencia en la zona, temas de trabajo, programas o proyectos de ejecución, y población beneficiaria 3. Identificación de intervenciones sociales en el área de influencia			
	Tendencias de desarrollo		1. Análisis integral socioeconómico del área, resultante de la articulación de los aspectos más relevantes examinados en los diferentes componentes y de éstos con los planes de desarrollo, de ordenamiento territorial y de gestión ambiental existentes (en ejecución o proyectados) en los niveles nacional, departamental y municipal. 2. Analizar los elementos más destacados de sus contenidos en relación con el análisis realizado en cada uno de los componentes, indicando cuáles de ellos podrían afectarse por el desarrollo del proyecto. 3. Ddeterminar si algunas de las características actuales del medio socioeconómico, vienen precedidas por antecedentes históricos que mantienen su influencia en el presente y a futuro, destacando su importancia y retomando sus características en el análisis de las condiciones con y sin proyecto. 4. Análisis de las relaciones funcionales de mayor relevancia en el área de influencia del proyecto que puedan ser objeto de alteraciones por las obras y actividades de este			

	Información sobre población a reasentar		Caracterizar población objeto de reasentamiento (si aplica) y detallar programa de reasentamiento			

Fuente: Elaboración propia.

9. CONCLUSIONES

- En cuanto a los PMA, se observa que la realización para ambos títulos no contó con la rigurosidad técnica necesaria según la norma, lo que generó que el resultado fuera el misma en términos de las medidas de manejo propuestas, ello no permite desarrollar acciones más concretas según las particularidades de la zona. Sin embargo, se entiende que esto obedece a varios factores: que los títulos colinden, una dinámica de la pequeña minería debido a las limitaciones financieras y sociales para desarrollar estudios que suelen ser muy costosos para este tipo de proyectos, y la convivencia permanente con el conflicto armado que no permite el desarrollo regular de las actividades en la zona, entre otros aspectos.

- Se logró avanzar en la identificación y caracterización de algunos componentes del medio abiótico (en geología, geomorfología, suelos, paisaje, algunos aspectos hidrológicos), y en menor medida del medio biótico (coberturas y determinación de áreas protegidas) y socioeconómico, sin embargo, parte de la información se encuentra desactualizada o no tiene el nivel de detalle requerido por los TDR. En ese sentido, información como la geológica o caracterización hidrológica, sirve para determinar elementos regionales, pero no es definitiva para la determinación de AI.

- Se debe desarrollar el trabajo de campo acorde a la normatividad y guías vigentes y presentadas en la hoja de ruta, por lo que inicialmente es necesario conocer de forma clara cuáles son aquellos impactos que se generan (vertimientos, emisiones, residuos, remoción de coberturas, etc), y posteriormente desarrollar las respectivas modelaciones y análisis según los requisitos de los TDR descritos en la hoja de ruta.

- La implementación de la hoja de ruta y la posibilidad de materializar los requerimientos técnicos solicitados en los TDR, afronta grandes retos debido a la dinámica social en el territorio, que genera limitaciones para el levantamiento de información acorde a lo establecido en la normativa. En ese sentido, es vital que la Federación priorice los aspectos a implementar, como por ejemplo, la eliminación del uso de mercurio en sus actividades, y proceda de manera gradual con los estudios de los componentes impactados de manera más neurálgica por su actividad, como lo es el hídrico.

10. RECOMENDACIONES

- Con respecto a los PMA, se recomienda que la Federación desarrolle los estudios de campo de acuerdo con la normatividad vigente y acorde a una priorización que tenga en cuenta sus capacidades técnicas y sociales. Para la elaboración se recomienda revisar las metodologías y lineamientos que ha desarrollado el ANLA para determinación de aspectos como modelaciones hidrológicas, escalas visuales, impactos paisajísticos, modelos de dispersión atmosférica, y en general lo establecido en los Términos de referencia para explotaciones mineras.

- Es fundamental que el Estado y las diferentes entidades avancen en la recopilación de información en la zona, que permitan desarrollar más elementos de caracterización con datos actualizados. Esto de la mano con el acompañamiento a las organizaciones sociales como FEDEAGROMISBOL que constantemente cuentan con riesgos de seguridad al quedar en medio del conflicto armado, social y político.

- FEDEAGROMISBOL o quien realice el trabajo de consultoría (GEA) para la elaboración del EIA, debe desarrollar el trabajo de campo con los profesionales especializados en las diferentes áreas, para hacer la respectiva actualización y recopilación de los diferentes medios, componentes y subcomponentes descritos en la hoja de ruta.

- Finalmente, es una necesidad para las comunidades que trabajan con pequeña minería, que el Estado pueda avanzar en la formulación de nueva política pública para minería a pequeña escala, ya que actualmente no se hace una diferenciación en los requisitos o trámites para las empresas y, tal como se vio en este trabajo, una empresa pequeña de mineros locales que no cuenta siquiera con seguridad en sus territorios, tiene no solo limitaciones sociales y territoriales, sino también en materia de financiación o de recursos tecnológicos. Ello implica avanzar en metodologías acordes a realidades como las de FEDEAGROMISBOL que no pretendan igualar los requisitos con empresas de grandes tamaños a nivel nacional.

11. REFERENCIAS

Agencia Nacional de Minería -ANM-. (2020). *Colombia: explorando oportunidades*. https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/cartilla_minera_2020.pdf

Agencia Nacional de Minería -ANM-. (2023). *Minería en Colombia*. https://mineriaencolombia.anm.gov.co/sites/default/files/2023-10/Ficha%20Colombia%2009%202023.pdf

Alcaldía de Florián, & Universidad Industrial de Santander. (2003). Documento de Diagnostico - Componente Físico-Biótico: Características de los componentes taxonómicos del Suelo. En *Esquema de Ordenamiento Territorial de Florián 2003-2015*. https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/10926/5747-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Alianza para la conservación de la biodiversidad, el territorio y la cultura. (s/f). *Propuesta de Área Protegida en la Serranía de San Lucas: "Una apuesta de construcción colectiva de territorio"*.

Arkiplus. (s/f). *Partes de una galería minera*. Arkiplus. Recuperado el 20 de julio de 2024, de https://www.arkiplus.com/partes-de-una-galeria-minera

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-. (2023). *Manual para la estimación de la cuenca visual del paisaje y su valoración económica ambiental*. https://www.anla.gov.co/images/documentos/manuales/2023-09-08-anla-manual-est-cuenc-viisual-paisj-val-econ.pdf

Banco de Occidente. (1999). Capítulo 12: Serranía de San Lucas. En *Sierras y Serranías de Colombia*. https://www.imeditores.com/banocc/sierras/cap12.htm

Cadavid Isaza, C., & Madrid Hincapié, L. (2019). *Análisis de las variaciones en la distribución, profundidad y fuente de las rocas plutónicas jurásicas de la cordillera central de Colombia y sus implicaciones en la evolución del norte de los Andes* [Pregrado, Universidad EAFIT]. https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/a7470011-7aad-4506-acdd-17c39d9a8538/content

Clavijo, J., Mantilla, L., Pinto, J., Bernal, L., & Pérez, A. (2008). Evolución geológica de la Serranía de San Lucas, Norte del Valle Medio del Magdalena y Noroeste de la Cordillera Oriental. *Boletín de Geología. 30(1)*, 45–62. https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegeologia/article/view/302/686

Consorcio GSG. (2015a). *Elaboración de la cartografía geológica de un conjunto de planchas a escala 1:100.000 ubicadas en cuatro bloques del territorio nacional, identificados por el Servicio Geológico Colombiano: Plancha 74 - Guaranda*. https://recordcenter.sgc.gov.co/B18/23008010028500/Documento/Pdf/2105285001101000.pdf

Consorcio GSG. (2015b). *Elaboración de la cartografía geológica de un conjunto de planchas a escala 1:100.000 ubicadas en cuatro bloques del territorio nacional, identificados por el Servicio Geológico Colombiano: Plancha 84 - Los Canelos*.

https://recordcenter.sgc.gov.co/B18/23008010028501/Documento/Pdf/2105285011101000.pdf

Contraloría General de la República. (2022, julio 28). Un 85 por ciento del oro que exporta Colombia es producto de la minería ilegal, alerta la Contraloría al rendir cuentas del control fiscal sobre medio ambiente. *[Comunicado de Prensa}*. https://www.contraloria.gov.co/es/w/un-85-por-ciento-del-oro-que-exporta-colombia-es-producto-de-la-miner%C3%ADa-ilegal-alerta-la-contralor%C3%ADa-al-rendir-cuentas-del-control-fiscal-sobre-medio-ambiente

Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar -CSB-. (2024). *Plan de Acción Cuatrenal de la Corporación Autónoma del Sur de Bolívar 2024-2027*. https://www.carcsb.gov.co/planeacion/1_PLAN%20ACCION%202024-2027_V2_16_04_2024.pdf

Corporación Autónoma Regional del Tolima -CORTOLIMA-. (2006). *Plan de Ordenamiento y Manejo de la* Cuenca del Río Prado: Fisiografía y suelos. https://cortolima.gov.co/images/POMCA/RIO_PRADO/2FASE/F-_2.5_FISIOGRAFIA_Y_SUELOS.pdf

Corte Constitucional de Colombia (28 de Febrero de 2017). Sentencia SU133 [M.P: Vargas, L]

Corte Constitucional de Colombia (10 de Noviembre de 2016). Sentencia T-622 [M.P: Palacio, J]

Delgado Ramos, G. C. (2013). ¿Por qué es importante la ecología política? *Revista Nueva Sociedad*, *244*, 47–60. https://static.nuso.org/media/articles/downloads/3927_1.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-. (2018a). *Censo Nacional de Población y Vivienda: Ficha técnica del municipio de Arenal, Bolívar*. https://sitios.dane.gov.co/cnpv/app/views/informacion/fichas/13042.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-. (2018b). *Censo Nacional de Población y Vivienda: Ficha técnica del municipio de Montecristo, Bolívar*. https://sitios.dane.gov.co/cnpv/app/views/informacion/fichas/13458.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-. (2018c). *Censo Nacional de Población y Vivienda: Ficha técnica del municipio de Morales, Bolívar*. https://sitios.dane.gov.co/cnpv/app/views/informacion/fichas/13473.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2022). *Geoportal del DANE - Valor Agregado por Municipio*. https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/economia/valor-agregado-por-municipio/

Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-. (2021). *Geoportal DANE-Geovisor Resultados del Conteo de Unidades Económicas*. https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/economia/resultados-conteo/

FEDEAGROMISBOL. (2007, julio 3). Defensa de la vida y el territorio en el Sur de Bolívar. “Cuando los bosques desaparezcan y los ríos se sequen, ¿De qué nos sirve el oro?”¿Podrá entonces el oro devolvernos la vida? *Revista Semillas*.

https://semillas.org.co/es/revista/defensa-de-la-vida-y-el-territorio-en-el-sur-de-bolvar-cuando-los-bosques-desaparezcan-y-los-ros-se-sequen-de-qu-nos-sirve

Fedeagromisbol. (2022). *Trabajos de Programas y Obras del Título Minero LSB-02*.

González, H., & Londoño, A. C. (2002). *Catálogo de las Unidades Litoestratigráficas de Colombia: Diorita de Segovia (Stock de Segovia) (Jds). Cordillera Central Departamentos de Antioquia y Bolívar*. https://recordcenter.sgc.gov.co/B6/13014000020185/Documento/pdf/0101201851101000.pdf

Guimarães, R. P. (1994). El desarrollo sustentable: ¿Propuesta alternativa o retórica neoliberal? *Revista EURE - Revista De Estudios Urbano Regionales*, *21*(61), 41–56. https://doi.org/10.7764/1105

Gutíerrez D, J. A. (2017, julio 24). Colonización y resistencia, la experiencia de la Federación Agrominera del Sur de Bolívar. *Rebelión*. https://rebelion.org/colonizacion-y-resistencia-la-experiencia-de-la-federacion-agrominera-del-sur-de-bolivar/

Herrera Herbert, J. (2019). *Introducción a la Minería Subterránea. Vol 1: Características generales* (2a ed.). Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía. https://doi.org/10.20868/UPM.book.62723

IDEAM. (2023). *Estudio Nacional del Agua 20222*. https://www.andi.com.co/Uploads/ENA%202022_compressed.pdf

IGAC. (1997). *Mapa de suelos del departamento de Bolívar. República de Colombia. Escala 1:100.000*. https://metadatos.icde.gov.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/508b7136-802d-4a89-a9cb-be4f9b6f2468

IGAC. (2004). Capítulo 5: Génesis y clasificación taxonómica de los suelos. En Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Ed.), *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras, Departamento de Meta*. https://es.scribd.com/document/517062364/Cap-5-Suelos-meta-orden

IGAC. (2021). *Clasificación de las tierras por su capacidad de uso*. https://antiguo.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/in-gag-pc05-02_clasificacion_de_las_tierras_por_su_capacidad_de_uso.pdf

IGAC. (2022). *Glosario de términos geomorfológicos aplicados a levantamientos de suelo*. https://antiguo.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/listadomaestro/in-agr-pc02-07_glosario_de_terminos_geomorfologicos.pdf

Instituto para la Investigación e Innovación en Ciencia y Tecnología de Materiales -INCITEMA-. (s/f). Caracterización del área de influencia. Medio Abiótico. En *Estudio de Impacto Ambiental para el área de perforación exploratoria COR-15*.

Leff, E. (2004). *Racionalidad ambiental: La reapropiación social de la naturaleza* (1a ed.). Siglo XXI editores. http://ru.iis.sociales.unam.mx/jspui/bitstream/IIS/4937/1/Racionalidad_ambiental.pdf

Lesmes, L. (2023, marzo 14). La producción legal del oro alcanza el 40 por ciento del total nacional. *El Tiempo*. https://www.eltiempo.com/economia/sectores/este-es-el-panorama-de-la-mineria-ilegal-para-el-2023-750302

Lizmova, N. (2007). Análisis de mapas como un método de investigación de fenómenos naturales y socioeconómicos. *Revista Luna Azul. Universidad de Caldas*, *24*, 74–80. https://www.redalyc.org/pdf/3217/321727226010.pdf

López Ramons, E., Osorio Alfonso, J., Duarte Rodríguez, R., Bernal Rodríguez, L., & Díaz Mila, F. (2006). *Mapa fotogeológico y memoria explicativa de la Plancha 84. Villa Uribe*. https://recordcenter.sgc.gov.co/B12/23008010002816/documento/pdf/21050281611010000.pdf

Mantilla Figueroa, L. C., Bernal Vargas, L. E., Clavijo, J., Pinto, J. E., Paez, L. A., Correa, K. J., García, C. A., Osorio, J., Castro, E., Ibañez, D., López, E., Serrano, J. J., Casas, R., Niz, L. D., & Castellanos, O. (2006). *Memoria explicativa de la cartografía geológica de la Plancha 64 Barranco de Loba, sur del departamento de Bolívar*. https://recordcenter.sgc.gov.co/B13/23008010024370/Documento/PDF/2105243701101000.pdf

Martínez Alier, J. (2015). Ecología política del extractivismo y justicia socio-ambiental. *Revista Inter Disciplina*, *3*(7). https://doi.org/10.22201/CEIICH.24485705E.2015.7.52384

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS-, & Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente -PNUM-. (2012). *Sinopsis nacional de la minería aurífera artesanal y de pequeña escala*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/Sinopsis_Nacional_de_la_ASGM.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2003). *Glosario Técnico Minero*. https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf

Munster, B. (2018). Agenda post-2015: ¿cambio transformador o más de lo mismo? *Revista Economía y desarrollo*, *160*(2). https://www.redalyc.org/journal/4255/425558003006/html/

Pantoja Timarán, F. H., & Pantoja Barrios, S. D. (2016). Problemas y desafíos de la minería de oro artesanal y en pequeña escala en Colombia. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, *24*(2), 147–161. https://doi.org/10.18359/RFCE.2217

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2022). *Portafolio de nuevas áreas y ampliaciones del ámbito de gestión nacional, liderado por Parques Nacionales Naturales de Colombia*. Parques Nacionales Naturales de Colombia. https://old.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/portafolio-de-nuevas-areas-protegidas-del-sistemas-de-parques-nacionales/

Pulido, A. (2015). *Los territorios frente a la minería: Debates y alternativas alrededor de la problemática minera en Colombia* (Corporación para la Educación y la Investigac, Ed.). https://cedins.org/wp-content/uploads/2019/10/terri_mineria.pdf

Redacción Trochando. (2021, agosto 12). *Comunidades del sur de Bolívar exigen rectificación luego de señalamientos en El Heraldo*. Trochando Sin Fronteras. https://trochandosinfronteras.info/senalamientos-a-comunidades/

Resolución 1628 (2015).

Servicio Geológico Colombiano -SGC-, & Ministerio de Minas y Energía. (2018). *Guía metodológica para el mejoramiento productivo del beneficio de oro sin uso de ercurio. Suárez, Buenos Aires y El Tambo (Cauca)*. https://www.minenergia.gov.co/documents/7140/guia-mejoramiento-productivo-beneficio-oro-sin-mercurio-suarez-buenosaires-tam_tQzIsA5.pdf

SGC. (2023). *Atlas Geológico de Colombia 2023 a escala 1:500.000. Plancha 5-06*. https://www2.sgc.gov.co/MGC/Paginas/agc_500K2023.aspx

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2006). *Formulación de una iniciativa de producción más limpia dirigido al sector de los los metales preciosos en pequeña escala en Colombia para ser implementado a través de los Centros Ambientales Mineros -CAMs- u otros instrumentos técnicos*. http://www.upme.gov.co

Universidad Nacional de Colombia. (2015). Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000. Plancha 80 - Tierra alta: Anexo C. Susceptibilidad por suelos. En *Memoria explicativa de la zonificación de la*. https://recordcenter.sgc.gov.co/B21/AmeMM80_Tierralta/Documento/Pdf/Anexo_C.pdf

World Gold Council. (2022). *Gold market structure and flows*. World Gold Council. https://www.gold.org/about-gold/market-structure-and-flows

WWF. (2022). *Informe Planeta Vivo 2022: Hacia una sociedad con la naturaleza en positivo*. https://wwfes.awsassets.panda.org/downloads/descarga_informe_planeta_vivo_2022.pdf?62040/Informe-Planeta-Vivo-2022-La-naturaleza-nos-lanza-un-SOS

12. ANEXOS

Se anexan mapas elaborados con la información secundaria recopilada en PDF, así como la respectiva GDB.