



Universidad
Internacional
de Andalucía

TÍTULO

**EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA LA EXPLOTACIÓN DE
MATERIALES PÉTREOS EN UN ÁREA CONCESIONADA DE LA
QUEBRADA “EL COPEY”, EN EL MUNICIPIO DE EL COPEY,
CESAR - COLOMBIA**

AUTORA

Mirian Elen Vásquez Vargas

	Esta edición electrónica ha sido realizada en 2025
Director	Dr. José Miguel Nieto Liñán
Institución	Universidad Internacional de Andalucía
Curso	<i>Máster Universitario en Geología y Gestión Ambiental de los Recursos Minerales (2021/22)</i>
©	Mirian Elen Vásquez Vargas
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2025



Universidad
Internacional
de Andalucía



**Atribución-NoComercial-SinDerivadas
4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**

Para más información:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA
FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES
MÁSTER EN GEOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS RECURSOS
MINERALES**



**EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA LA EXPLOTACIÓN DE MATERIALES PÉTREOS
EN UN ÁREA CONCESIONADA DE LA QUEBRADA “EL COPEY”, EN EL
MUNICIPIO DE EL COPEY, CESAR - COLOMBIA**

Memoria para optar al grado de máster presentada por:
Mirian Elen Vásquez Vargas

Bajo la dirección de:
Dr. José Miguel Nieto Liñán

2025

RESUMEN

El presente trabajo busca determinar la viabilidad ambiental de la explotación de materiales pétreos (gravas y arenas) en un área concesionada en la quebrada El Copey, en el municipio de El Copey, Cesar, Colombia. Desarrollando una evaluación ambiental a los impactos producidos por la explotación en los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos, utilizando el método de matriz interactiva de Leopold, y arrojando como resultado que las actividades generadas por el proyecto minero que más afectan negativamente el medio ambiente son: la modificación del régimen, la extracción del recurso, la transformación de los suelos y la alteración del terreno; mientras que el elemento ambiental de mayor afectación es el carácter fisicoquímico de los elementos agua y tierra, y, dentro del factor cultural de interés humano, el de mayor afectación es el Paisaje. Una vez realizada la evaluación ambiental se manifiestan unas posibles medidas correctivas que garanticen la protección y conservación de los recursos naturales, el manejo adecuado de los residuos, la rehabilitación del área intervenida, el control de la erosión y sedimentación, y el cumplimiento de la normativa ambiental vigente para asegurar una explotación sostenible.

Palabras clave: *Evaluación ambiental, impactos, área de influencia, explotación minera.*

ABSTRACT

This work seeks to determine the environmental viability of the exploitation of stone materials (gravel and sand) in a concession area in the El Copey stream, in the municipality of El Copey, Cesar, Colombia. Developing an environmental evaluation of the impacts produced by the exploitation in the abiotic, biotic and socioeconomic components, using the Leopold's interactive matrix method, and showing as a result that the activities generated by the mining project that most negatively affect the environment are: the modification of the regime, the extraction of the resource, the transformation of soils and the alteration of the terrain; while the environmental element of greater affectation is the physicochemical character of the elements water and land, and, within the cultural factor of human interest, the one of greater affectation is the Landscape. Once the environmental assessment has been carried out, possible corrective measures to guarantee the protection and conservation of natural resources, adequate waste management, rehabilitation of the affected area, erosion and sedimentation control, and compliance with current environmental regulations to ensure sustainable exploitation are identified.

AGRADECIMIENTOS

A mis tíos Manuel Macías Leal y Carmen Rocha Barraza – Gracias, por tanto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	8
2. OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GENERAL	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3. METODOLOGÍA	9
3.1.1 Metodología General	9
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	10
4.1 LOCALIZACIÓN	10
4.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.	11
4.2.1 Diseño y planificación de la explotación	11
4.2.2 Infraestructura existente	13
4.3 NORMATIVIDAD VIGENTE	14
5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	15
5.1 MEDIO ABIÓTICO	15
5.1.1 Geología	15
5.1.2 Geomorfología	17
5.1.3 Paisaje	17
5.1.4 Suelos y uso de la tierra	18
5.1.5 Hidrología	18
5.1.6 Atmósfera	20
5.2 MEDIO BIÓTICO	22
5.2.1 Ecosistemas terrestres	22
5.2.2 Ecosistemas Acuáticos	23
5.2.3 Medio Socioeconómico	24
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	25
6.1 EVALUACIÓN AMBIENTAL	25

6.1.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO	26
6.1.2 Acciones	27
6.1.3 Identificación.	28
6.1.4 Evaluación de impactos.	31
6.1.5 Indicadores Ambientales.	36
6.2 MEDIDAS CORRECTORAS	40
7. CONCLUSIONES	50
8. BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXO 1: PLANO, ÁREA DE EXPLOTACIÓN, INFRAESTRUCTURA	52
ANEXO 2: PLANO, SECUENCIA DE EXPLOTACIÓN	53
ANEXO 3: PLANO, GEOLOGÍA REGIONAL	54
ANEXO 4: CLASIFICACIÓN DE MATERIALES	55
ANEXO 5: CALIDAD DEL AGUA	56
ANEXO 6: ESPECIES REPORTADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA	57

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica del área de estudio	11
Figura 2. Corte Transversal del sistema de explotación (Dársena)	12
Figura 3. Colina denudativa con cimas redondeadas y Llanura Aluvial de pie de monte	17
Figura 4. Depósito Recto en el área de Concesión.	19
Figura 5. Depósito Meándrico en el área	19
Figura 6. Árbol de Caracolí, Variedad Arbórea de la Zona de Estudio	23
Figura 7. Área de estudio, quebrada El Copey	24

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Coordenadas del área de Concesión	11
Tabla 2. Normativa, minero ambiental vigente	15
Tabla 3. Características Morfométricas de la cuenca de la quebrada El Copey	19
Tabla 4. Acción y categoría del impacto	28
Tabla 5. Identificación de los impactos ambientales	30
Tabla 6. Lista de chequeo	32
Tabla 7. Criterios para la evaluación de la importancia del impacto	36
Tabla 8. Valoración de impactos	37
Tabla 9. Matriz de evaluación global en actividades de extracción de material	38
Tabla 10. Recomendaciones técnicas para la mitigación de impactos	49

1. INTRODUCCIÓN

Para garantizar un manejo ambiental adecuado de una explotación de materiales pétreos (gravas y arenas), es fundamental conocer las normativas de protección, manejo sostenible y preservación de los recursos naturales renovables establecidas por la Autoridad Ambiental que rigen el área de interés. Esto implica establecer las restricciones, obligaciones y determinantes ambientales vigentes en el área de concesión, a fin de determinar si existen limitaciones para el desarrollo del proyecto.

El sector minero en Colombia se rige por un marco normativo compuesto por un conjunto de leyes, decretos y resoluciones que lo regulan en aspectos fundamentales, como la titulación o concesión de áreas o títulos (régimen contractual), el cumplimiento de los requisitos para la ejecución de la producción, la fiscalización de la producción, la liquidación y recaudo de regalías y compensaciones, la distribución y transferencia de los ingresos, la inversión social y la gestión ambiental, entre otros. La normativa minera está enfocada en diseñar una política que integre de manera armónica el aprovechamiento del potencial minero del país, sustentado en una planeación escalonada de largo plazo. La viabilidad de la actividad minera requiere un marco normativo claro para la inversión responsable, que establezca los deberes y los derechos de las empresas y los grupos de interés; esto es, de los accionistas, proveedores, clientes, trabajadores y la comunidad (Agencia Nacional de Minería, 2021).

La actividad minera en lo que se refiere a la extracción de material de arrastre de las corrientes fluviales, en la actualidad, es una actividad importante por su vínculo directo con el desarrollo socioeconómico promovido por el gobierno nacional. El área estudiada está concesionada para la extracción de materiales para construcción (gravas y arenas), localizada en el municipio de El Copey, Cesar, Colombia, exactamente en el cauce de la quebrada “El Copey”.

Con este estudio, se busca realizar una evaluación ambiental, que permita identificar, predecir, evaluar y mitigar los impactos que pueda ocasionar dicha actividad al medio ambiente, buscando la viabilidad operacional del proyecto, contribuyendo a prácticas ambientales sostenibles.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer la viabilidad ambiental de la explotación de materiales pétreos (grava y arena), de forma sostenible en un área concesionada localizada en la quebrada “El Copey” del municipio El Copey, Cesar, Colombia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Evaluar las condiciones ambientales del proyecto de extracción de materiales pétreos en la quebrada El Copey.
- ✓ Identificar los impactos ambientales del proyecto en sus distintas etapas de actividades dentro de su área de influencia.
- ✓ Diseñar medidas de manejo ambiental para mitigar los impactos ambientales ocasionados por la explotación de materiales pétreos (gravas y arenas) en el área de estudio.

3. METODOLOGÍA

3.1.1 Metodología General

Para la elaboración de este proyecto, se aplicó la siguiente metodología:

- Revisión de datos históricos

Para la caracterización, evaluación y análisis ambiental se utilizó información primaria obtenida de algunas instituciones como: IGAC, IDEAM, INGEOMINAS, Gobernación de Cesar y el municipio de El Copey.

- Visita al área de influencia directa

Se efectuaron visitas de campo, tomándose muestreos, mediciones y observaciones directas e indirectas, para cada uno de los componentes que conforma el medio abiótico y biótico, para la posterior elaboración de la línea base, evaluación y análisis ambiental de cada uno de los componentes ambientales.

- Estructuración de la línea base ambiental

Con la información obtenida, se estructuró la línea base ambiental, la cual refleja con detalle los principales componentes que están disponibles en el medio y que se encuentran aprovechados por las actividades propias de la región.

- Aplicación del método de evaluación

Para este proyecto, se adoptó el método de matriz interactiva desarrollado por Leopold et al., con variantes propias y modificaciones que incorporan las actividades del proyecto minero y los componentes ambientales afectados.

- Resultados y Análisis de datos

Se realizó un análisis de la incidencia de las acciones generadas por el proyecto minero y el posible grado de afectación en el área en cada una de las fases de la explotación del material de arrastre, estableciendo de esta forma los impactos ambientales potenciales y la susceptibilidad a riesgos durante las diferentes etapas y actividades relacionadas con el desarrollo del proyecto minero.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto tiene como propósito establecer la viabilidad ambiental de la explotación de materiales pétreos (grava y arena), de forma sostenible en un área concesionada localizada en la quebrada El Copey del municipio El Copey, Cesar, Colombia.

4.1 LOCALIZACIÓN

El área de estudio se ubica en la zona rural del Municipio de El Copey, al Suroeste del mismo (ver figura 1). Con una superficie de 54 hectáreas y 5,568 metros cuadrados.

Este municipio limita:

Norte: Fundación y Pueblo Bello

Sur: Bosconia

Este: Valledupar

Oeste: Algarrobo Magdalena.

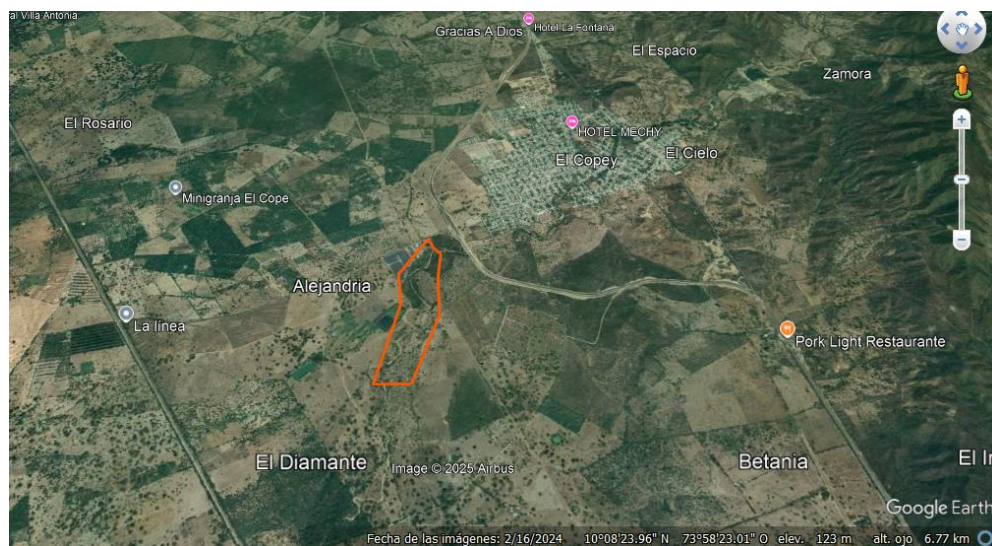


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio
Fuente: (Google Earth 2025)

PUNTO	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE
1	1612824	1011283
2	1612867	1011254
3	1612944	1011229
4	1612975	1011203
5	1612517	1010936
6	1612161	1010974
7	1611276	1010771
8	1611278	1011097
9	1612026	1011326
10	1612490	1011308
11	1612784	1011333

Tabla 1. Coordenadas del área de Concesión

Fuente: Agencia Nacional de Minería

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

4.2.1 Diseño y planificación de la explotación

En el área de estudio, se proyecta realizar una explotación a cielo abierto de materiales pétreos (gravas y arenas), con una superficie de 54 hectáreas y 5,568 metros cuadrados. La planificación minera se proyecta a 18 años, considerando que el contrato de concesión ya lleva 2 años y su duración contractual es de 20 años.

La explotación se llevará a cabo preferentemente en la época seca (ocho meses), cuando la quebrada presenta un caudal de estiaje y deja libre las barras laterales, donde se realizará extracción, con la posibilidad de recarga de material en invierno.

Anualmente, se proyecta extraer 50.000 m³/año, 6.250 m³ / mes y con una producción diaria mínima de: 260 m³/día, con una proporción a explotar el 35% correspondiente a gravas y el 65% a arenas.

El método elegido para la explotación es el de “Dársenas o Piscinas de sedimentación”, que implica la creación de áreas de extracción a lo largo del cauce de la quebrada; estas dársenas estarán dispuestas en forma de canales con longitudes (L) de 50 m y un ancho variable acondicionado por las condiciones hidrodinámicas de la quebrada (A), la profundidad de explotación será de 1,5 m (H), las Bermas entre Dársena y Dársena (B) será de 5 m y las bermas de protección de 2 metros entre la ribera y el área de explotación.

Para la línea horizontal, se dejará 2.0 m libres sin interrupción entre las orillas del cauce activo hacia el elemento de explotación (Dársena).

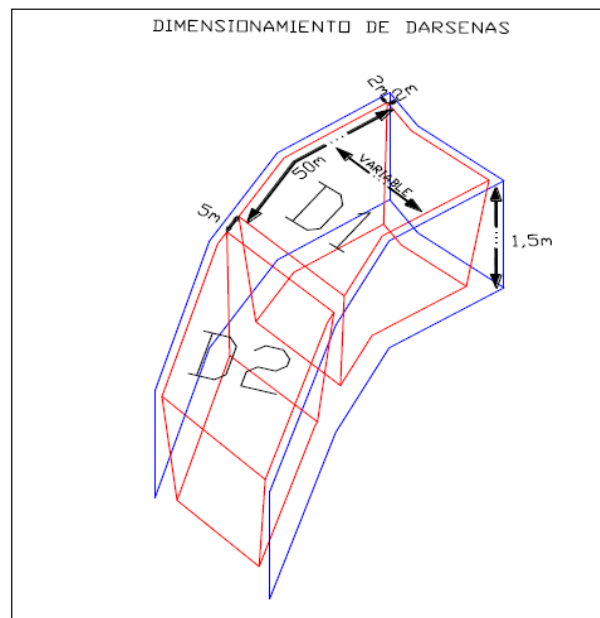


Figura 2. Corte Transversal del sistema de explotación (Dársena)

Fuente: COLMINERALS S.A.S

Se cuenta con cuatro vías de desarrollo, que permiten ingresar al área de explotación ver Anexo 1. (Plano, área de explotación, infraestructura)

La extracción y cargue se realizará de forma combinada, la secuencia y sentido de arranque y cargue, ver Anexo 2. (Plano, Secuencia de Explotación).

Como obras de protección se construirán diques donde el talud de la quebrada presente deterioro por la socavación.

Y se desarrollará al final de la explotación la implementación del Plan de cierre, abandono y recuperación de tierras teniendo como objetivo reintegrar el área a su paisaje original o que por lo menos el terreno acepte un uso potencial de acuerdo con el medio ambiente predominante del sector y el plan de ordenamiento territorial. Es así como se dispone de un conjunto de controles y medidas que permitirán la readecuación y disminución de los impactos negativos en el área del proyecto.

4.2.2 Infraestructura existente

Actualmente, el área de estudio no cuenta con infraestructura, ya que no tiene definida ninguna labor minera. Existe el inicio de una construcción que corresponderá a una zona de campamento en el momento de iniciar el proyecto minero. Por lo demás existe cercamiento de la zona y las fincas aledañas y un pequeño campamento hechizo elaborado con postes de madera para cubrir del sol y del agua, en un área que no supera los 4 metros cuadrados.

4.2.2.1 Vías de acceso.

El área de estudio presenta dos (2) vías de acceso que se desprenden de un carretable de aproximadamente 200 m de longitud, que parte del casco urbano del municipio de El Copey a la quebrada El Copey y cuenta con 4 vías de desarrollo que se desprenden de las dos (2) vías de acceso.

La zona de estudio tiene acceso a referenciar así:

Tomando la vía que, del casco urbano del Municipio de El Copey, conduce a la vereda Cuatro Esquinas, y aproximadamente a 1,6 km, se llega al área del contrato de concesión.

Externas. Para llegar al Área del proyecto se toma la vía que conduce del municipio de Bosconia a la ciudad de Santa Marta, ingresando al municipio de El Copey, en zona rural del mismo.

Internas. Tomando el carreteable que dirige a la empresa Palmeras de la Costa, se llega al área del proyecto, con una longitud al acceso de 3 kilómetros aproximadamente.

4.2.2.2 *Infraestructura social.*

En el área del proyecto no se evidencia presencia de asentamiento humano ni infraestructuras que presten un servicio de índole social.

4.3 **NORMATIVIDAD VIGENTE**

NORMATIVA	RESUMEN
Decreto 2462 de 1989, Artículo 3	Señala la exigibilidad del título minero para la explotación de materiales de arrastre.
Constitución Política de Colombia, Artículo 332	Señala que todo yacimiento mineral que se halle en el territorio Nacional, es propiedad inalienable e imprescriptible del Estado.
Decreto 2222 de 1993	Seguridad e Higiene Industrial en la minería a cielo abierto.
Resolución 18-1847 de 2001	Adopta el formulario para la legalización de explotaciones mineras sin título inscrito en el Registro Minero Nacional.
Ley 685 de 2001, actual Código de Minas	Tiene como objetivos fomentar la exploración técnica y la explotación de los recursos mineros de propiedad estatal y privada; estimular estas actividades en orden a satisfacer los requerimientos de la demanda interna y externa de los mismos y a que su aprovechamiento se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de desarrollo sostenible y del fortalecimiento económico y social del país
Decreto 2390 de 2002	Reglamenta el artículo 165 del código de Minas sobre legalización de explotaciones mineras sin título.
Decreto 2191 de 2003	Glosario Técnico Minero, señala a los

	Materiales de construcción en los mismos términos que el Código de Minas y dentro de su definición incluye los materiales de arrastre.
La Ley 1333 de 2009	Regula el procedimiento sancionatorio ambiental
Resolución 143 del 29 de marzo de 2017	Adopta los términos de referencia y acoge las guías minero-ambiental junto con sus anexos, con el fin de que se cumplan los objetivos señalados en los artículos 80, 81 y 84 del C.M. y lo dispuesto por la honorable Corte Constitucional en sentencia C-389 de 2016 estableciendo los mínimos de idoneidad laboral y ambiental

Tabla 2. Normativa, minero ambiental vigente

Fuente: varios.

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.1 MEDIO ABIÓTICO

5.1.1 Geología

5.1.1.1 Geología regional.

El Copey está ubicado en la falla caracolito, límite oriental del valle del río Ariguaní. Geológicamente, la región está compuesta por rocas sedimentarias y aluviones recientes, pertenecientes a la era cuaternaria y al periodo más reciente, el Holoceno. La zona comprendida entre las poblaciones de El Banco (Magdalena) y Bosconia (Cesar) sufrió un hundimiento entre el Oligoceno y el Mioceno, lo que provocó la separación de la Sierra Nevada de Santa Marta de la Cordillera Central. El mar invadió esta zona y depositó sedimento sobre la base ígneo – metamórfica. En el Mioceno, propiamente dicho, se presenta la principal depresión llamada “fosa del Ariguaní”. Durante el siguiente periodo, el Plioceno, la fosa del Ariguaní sufrió un relleno continental de material arrastrado por los ríos de la Sierra Nevada, los cuales bajan en caudales bastante torrentosos con fuertes pendientes y alta velocidad. En los inicios del

Pleistoceno, era Cuaternaria, el río Ariguaní tomó morfología parecida a la actual e inició con sus numerosos tributarios la lenta tarea de enroscar la Sierra Nevada y las tierras emergidas al occidente y depositar su material en llanura aluvial, proceso este que se configuró definitivamente, tal como se expresó anteriormente en el Holoceno (Administración Municipal - Municipio de El Copey, 1999).

El municipio de El Copey, se encuentra localizado sobre dos sistemas de fallas geológicas:

- Fallas Santa Marta - Bucaramanga

Son fallas de estructura de basamento que fueron reactivadas durante la orogenia andina del Plioceno-Cuaternario. En esta zona se encuentran las Fallas de Chimichagua y Caracolicito que la atraviesan de norte a sur.

- Sistema de Fallas NE-SW

Estas controlan el drenaje de la zona montañosa del departamento y en la municipalidad se encuentra las fallas de Maíz Morocho que se encuentra sobre la parte centroriente del municipio y la falla de Ariguaní que se presenta en la zona norte del municipio.

Además, existe un sistema de fallas paralelas a la carretera nacional conformadas por:

- Falla Las Pavas
- Falla Quebrada Arena
- Falla Caracolicito
- Falla El copey

En el área de influencia del Municipio de El Copey, afloran rocas ígneas y sedimentarias de edad Jurásica y Cretácico, afectadas por estructuras y lineamientos de dirección NW – SE. Ver Anexo 3 (Plano, Geología Regional).

5.1.1.2 Geología del yacimiento

Estratigrafía. La litología regional está determinada por una secuencia Vulcano - Sedimentaria de edad Juratriásica, cubierta por sedimentos marinos de edad Cretácica, que se encuentran cubiertos al Sur y en algunos sectores por depósitos Cuaternarios.

5.1.1.3 Geología de superficie

El área de interés está conformada por depósitos cuaternarios correspondientes a llanuras aluviales y depósitos aluviales recientes. Para efectos prácticos se clasificó los materiales encontrados en el área de acuerdo a datos de campo y de laboratorio en

depósitos aluviales arenoso - gravosos, según se detalla en la tabla. Ver Anexo 4 (Clasificación de materiales).

5.1.2 Geomorfología

El área de influencia presenta un paisaje modelado por procesos fluviales, con una unidad de relieve de llanura aluvial de piedemonte, asociada a un clima cálido seco y con una morfodinámica de acumulación.

El área se encuentra morfológicamente afectada por dos aspectos geomorfológicos, correspondientes a:

- Colinas estructurales denudativas
- Llanura aluvial de Piedemonte (Qlla)



Figura 3. Colina denudativa con cimas redondeadas y Llanura Aluvial de pie de monte

Fuente: Autor

5.1.3 Paisaje

En el municipio se encuentran cinco (5) tipologías de paisajes asociados a la unidad climática y las características de las diferentes clases de suelos las cuales son:

- Montaña erosional en rocas ígneas y sedimentarias.
- Abanicos aluviales en aluviones.
- Valle aluvial en materiales heterométricos.
- Complejos sedimentarios de calizas con inclusión de Ígneas.

- Colinas disectadas en rocas ígneas y sedimentarias

Su cobertura vegetal es muy variada debido a los diferentes pisos térmicos y biomas existentes, tales coberturas son:

- Bosque primario del orobioma de selva andina.
- Rastrojo medio del orobioma de selva subandina.
- Rastrojo medio abajo del zonobioma tropical alternohígrico.
- Rastrojo medio abajo del zonobioma húmedo ecuatorial.
- Área de cobertura vegetal muy escasa.

5.1.4 Suelos y uso de la tierra

Los suelos del municipio de El Copey son predominantemente aluviales y pedregosos, con un relieve mayormente plano y pendientes suaves, situados en la margen izquierda del río Ariguaní. Presentan diferentes tipologías según su calidad agrológica, profundidad, drenaje y composición química. Se identifican ocho tipos de suelos, incluyendo los de montaña denudativa fluvio-gravitacional en climas templados, cálidos y secos, caracterizados por baja evolución, drenaje variable y fertilidad limitada por la presencia de rocas y arcillas finas.

También se encuentran suelos de colina estructurales y geoformas planas en abanicos y valles aluviales, con fertilidad de baja a moderada y restricciones por sales, piedras y nivel freático fluctuante. En general, los suelos de la región presentan una evolución baja y fertilidad variable entre baja y mediana (Sistema de Información Ambiental de Colombia, 2025).

5.1.5 Hidrología

El municipio de El Copey cuenta con una red hídrica conformada por tres ríos principales (Ariguaní, Garupal y Ariguanicito), 54 quebradas, 21 arroyos y un caño, los cuales desempeñan un papel crucial en la distribución del agua para consumo humano, uso agrícola y conservación ambiental.

La cuenca del río Ariguaní, nacida en la Sierra Nevada de Santa Marta, actúa como límite natural entre los departamentos de Magdalena y Cesar, abasteciéndose de múltiples afluentes y subcuencas que abarcan una gran diversidad de ecosistemas.

La zona enfrenta problemas de deterioro de cauces y pérdida de capacidad hídrica debido a factores como la escasez de vegetación, el cambio climático y la actividad humana. Adicionalmente, la quebrada El Copey, principal recurso hídrico del municipio, presenta características morfométricas que indican un cauce recto y sinuoso en fase de madurez, con patrones de sedimentación afectados por la explotación de materiales y la actividad antropogénica, (COLMINERALS SAS, 2019).

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA	FÓRMULA	CALCULO	RESULTADO
Área	A		87,922 km ²
Perímetro	P		55,258 km
Longitud	L		18,424 km
Ancho	$B = A/L$	$B = 87.922/18,424$	4,772 km
Diámetro	$D = 2*A/\pi$	$D = 2*87.922/3.1415$	55,974 km
Coeficiente de compacidad	$C = 0.28*P/\pi A$	$C = 0.28*5,893$	1,650
Tiempo de concentración	$T_c = 0.0667(L/\pi(1.75/L))$	$T_c = 0.0667*59,818$	3,989 min
Pendiente	$S = \pi h/L$ ó $\pi h = S \cdot L$	$\pi h = (13 \setminus 18,424) * 100$	70,56

Tabla 3. Características Morfométricas de la cuenca de la quebrada El Copey

Fuente: COLMINERALS S.A.S

De acuerdo con los resultados obtenidos para el coeficiente de compacidad se puede determinar que el cauce de la quebrada El Copey es recto y sinuoso.

Se puede afirmar que la quebrada El Copey se encuentra en una fase de madurez, ya que sus características así lo indican (tipo de depósitos, pendiente, llanuras, sinuosidad).

Para la zona de estudio, se encuentra una zona de recarga de material, la cual se ubica hacia el sector norte del título. Este tipo de recarga se da en gravas y arenas. Hacia la parte media, encontramos gravas, guijos y arenas. En el sector sur, se depositan gravas de menor tamaño y arenas de tamaño medio y finas. Estos cambios en los patrones de depósitos pueden estar influidos por explotación del material en la parte alta y la actividad antrópica efectuada a lo largo de la quebrada.



Figura 4. Depósito Recto en el área de Concesión.



Figura 5. Depósito Meándrico en el área

5.1.5.1 Características hidrológicas y sedimentológicas del cauce

los depósitos en la quebrada presentan morfologías meándricas de baja sinuosidad y cauces rectos, evidenciando un proceso de sedimentación y erosión en constante evolución.

Las características hidrológicas y sedimentológicas de la quebrada El Copey fueron tomadas con respecto a información secundaria y primaria. La información secundaria hace referencia a los datos aportados por el EOT del municipio de El Copey, y la información primaria recolectada, a caudales tomados en La quebrada. Estos caudales se tomaron en época seca y de lluvia, registrando un caudal promedio en época seca de 1,84 m³/s y una velocidad media de 1,3 m/s. igualmente, se logró identificar que las partículas transportadas oscilan entre arenas de 10-20 mm y gravas mayores a 70 mm en función del caudal. Se estableció que la erosión del lecho ocurre cuando el caudal líquido incrementa, con profundidades de erosión estimadas entre 32,7 y 39 cm.

5.1.5.2 Calidad del agua

La calidad del agua en la quebrada El Copey cumple con los parámetros ambientales estipulados en la normatividad ambiental vigente (Decretos 1594/84 y 475/98).

Para la realización de este estudio, se tomaron muestras en dos puntos de la quebrada: un punto aguas arriba y otras aguas abajo. Estas muestras fueron analizadas por el laboratorio GDCOM de la Universidad de Antioquia, analizando parámetros físicos tales como turbiedad, color, conductividad y sólidos; parámetros químicos como pH, cloruros, nitrógeno, fosfatos; parámetros orgánicos como DBO, DQO, grasas y aceites; y microbiológicos (coliformes). Arrojando como resultado que el agua es apta para diversos usos, sin representar un riesgo para la salud y el ecosistema. Ver Anexo 5 (Resultados de los ensayos de la calidad de agua).

5.1.6 Atmósfera

5.1.6.1 Meteorología

Los datos meteorológicos correspondientes al año 2024 fueron tomados de la Estación Meteorológica del IDEAM, ubicada en el puente sobre el río Ariguanicito, carretera troncal del Caribe, tramo de vía entre el municipio de El Copey y el corregimiento de La Loma del Bálsamo, la cual reporta temperatura del aire, humedad relativa, precipitación, radiación global, velocidad del viento y dirección del viento

- Temperatura

El ciclo anual de temperatura en la zona presenta un patrón bimodal, con dos períodos secos (enero-marzo y junio-julio) y dos de lluvia. Las temperaturas más altas se registran en febrero-marzo y junio-julio, alcanzando un máximo de

37,1 °C. a lo largo del año, las variaciones térmicas son mínimas, oscilando entre 27 °C y 30,1 °C, con una diferencia de aproximadamente 3 °C. Los meses más cálidos coinciden con la menor precipitación y humedad en la región.

- Precipitación

El régimen de precipitación en la zona de estudio es bimodal, con un primer periodo de lluvias para los meses de abril y mayo y un segundo invierno para los meses octubre y noviembre.

Para el primer periodo invernal, las precipitaciones medias mensuales alcanzan valores hasta de 312,8 mm, mientras que, para el segundo periodo de invierno, estas precipitaciones pueden superar los 329,1 mm para la misma estación, mostrando que el primer periodo invernal es mucho menos intenso respecto al segundo periodo.

- Radiación solar

Los meses de mayor radiación solar corresponden a los bimestres febrero-marzo y junio- julio, en concordancia con los meses de mayores valores de temperatura en la zona de estudio. Se observa un régimen bimodal en el ciclo anual de radiación solar, con dos periodos de máxima radiación solar en los bimestres antes mencionados. Los mayores valores de radiación solar por mes alcanzan valores hasta de 238,2 Watt/m² para el mes de febrero.

- Evaporación

La evapotranspiración anual sigue el comportamiento de la temperatura y la radiación solar, pero no presenta un régimen bimodal. Se mantiene relativamente constante a lo largo del año, con una media total de 661,3 mm/año. Los valores máximos de evaporación interanual alcanzan 150,4 mm en julio, mientras que los mínimos se registran en mayo y septiembre, con 21,5 mm y 38,7 mm, respectivamente.

- Dirección y velocidad del viento

Los vientos en la zona predominan desde el noreste (NE) y suroeste (SW) durante el día, con las mayores velocidades registradas en estas direcciones, mientras que también se presentan vientos desde el noroeste (NW), pero con menor intensidad. Durante la noche, los vientos son más notorios desde el noreste (NE) y con menor velocidad desde el suroeste (SW).

En general, la rosa de vientos muestra que los vientos principales provienen del noreste (NE) y norte-noreste (NNE), mientras que los provenientes del sureste (SE) y noroeste (NW) tienen velocidades más bajas.

5.1.6.2 Calidad del aire

En el área de influencia directa del proyecto, en términos generales, la calidad del aire no se encuentra alterada por contaminantes generados de la extracción, debido a que al momento no se está explotando material en la zona. En los asentamientos humanos más cercanos, no existen fuentes de emisiones de gases industriales; las actividades corresponden a las domésticas típicas de poblaciones del área rural, como son cocina, en su gran mayoría con leña, ya que la conexión del gas domiciliario aún no cubre estas poblaciones; la quema de basuras, debido a que la recolección de estas no llega a las poblaciones en cuestión. De otro lado, la única fuente de emisión lo genera la vía de acceso, la cual se encuentra destapada, generando una importante nube de polvo al paso de vehículos.

5.1.6.3 Ruido y vibración

En el área del proyecto no existe generadores de ruidos directos; en los asentamientos humanos más cercanos, la generación de ruido se encuentra entre los niveles permitidos por la autoridad ambiental.

5.2 MEDIO BIÓTICO

5.2.1 Ecosistemas terrestres

5.2.1.1 Flora

La vegetación en el municipio de El Copey está relacionada con el clima. En este se distinguen tres tipos de zona de vida: El bosque seco tropical que se encuentra en la planicie aluvial y las colinas, aunque ha sido reemplazado por pastos y cultivos comerciales. El bosque húmedo premontano y el bosque húmedo montano bajo, están en las laderas y valles. La cobertura vegetal del municipio varía según los pisos térmicos, con rastrojos medios y bajos, en diferentes biomas, destacando la selva subandina y el zonobioma tropical, pero la mayor parte del territorio, tiene cobertura vegetal escasa debido a la deforestación y el uso agrícola. En el área de influencia directa predomina el bosque húmedo montano bajo, con ecosistemas intervenidos y relictos de vegetación, con especies propias como el guamo, el caracolí, la ceiba y los helechos.

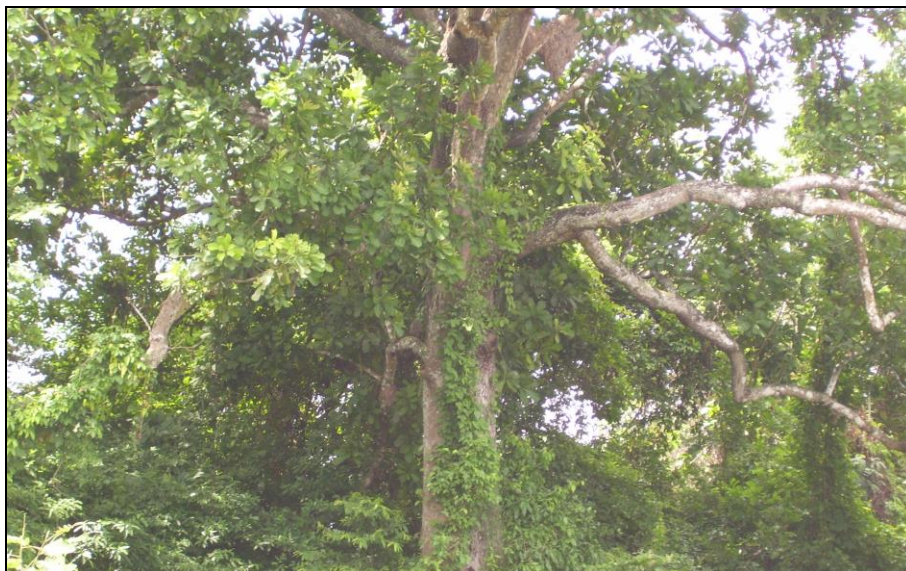


Figura 6. Árbol de Caracolí, Variedad Arbórea de la Zona de Estudio

Fuente: Autor

5.2.1.2 Fauna

La fauna en el área de influencia directa es limitada y está representada por mamíferos como conejos y armadillos, anfibios como ranas, reptiles como serpientes y lagartos y aves como colibríes, gavilanes y tucanes. En esta zona las especies se ven amenazadas a punto de su extinción por las acciones antrópicas que se presentan por parte de los habitantes que aún no tienen una conciencia clara sobre la conservación y la importancia de los ecosistemas. Quizás algunas de las especies endémicas de esta región han emigrado a otros medios geográficos donde encuentran alternativas de supervivencia, pero a través del tiempo y el espacio tienen que enfrentar una que otra situación de adaptación en la que sobreviven a estas alteraciones del medio ambiente. Ver Anexo 6 (especies reportadas en el área de influencia directa).

5.2.2 Ecosistemas Acuáticos

La quebrada El Copey específicamente en el sector o área de estudio, se caracteriza ecológicamente por presentar sistemas espaciales variados, lo que permite constituir una serie de ambientes que resultan de gran interés para el establecimiento y desarrollo de una fauna heterogénea, especialmente para organismos bentónicos tales como lo macroinvertebrados. En el área de influencia directa, la fauna íctica es limitada y enfrenta una presión constante por actividades como la pesca y la extracción de materiales pétreos. Por otra parte, las plantas acuáticas encontradas en el tramo de estudio son poco abundantes, posiblemente por la constante intervención antrópica a la cual se encuentra sometidas las riberas que componen el área.

En el sector del estudio, gracias a la dinámica física que presenta la quebrada, no permite una prevaecía organismos planctónicos, específicamente por la acción ejercida por los sedimentos, impidiendo cumplir un ciclo de vida óptimo de estos organismos, pero aun así se pudieron encontrar en las zonas rocosas de aguas quietas organismos microscópicos pertenecientes a algunos copépodos dulceacuícolas que presentan alguna independencia locomotriz para su desplazamiento y un grupo protozario ciliado.



Figura 7. Área de estudio, quebrada El Copey

Fuente: Autor

5.2.3 Medio Socioeconómico

El municipio de El Copey, Actualmente, su economía se sustenta en la agroindustria de la palma africana, el comercio y el transporte. Su localización estratégica en una vía regional favorece su conectividad.

En términos demográficos, el 66.8% de su población reside en la zona urbana y el 33.2% en la rural, con una notable diversidad étnica que incluye comunidades indígenas (chimilas y arhuacos) y afrodescendientes. El acceso a servicios básicos es desigual: el agua potable tiene alta cobertura en la cabecera municipal, pero no es tratada en zonas rurales; el alcantarillado cubre solo el 50% del área urbana.

El sector salud enfrenta deficiencias en infraestructura y cobertura, afectando la calidad del servicio. En educación, la tasa de analfabetismo es del 20.5% y el 15% de la población en edad escolar no asiste a clases. La economía local gira en torno a la agroindustria, la ganadería, el comercio y la minería de materiales de construcción, aunque enfrenta desafíos por el desempleo y la falta de apoyo a microempresas.

Culturalmente, El Copey carece de una identidad definida y de políticas para fortalecer sus manifestaciones culturales. En deportes, cuenta con diversas canchas y un estadio municipal. A nivel político, posee una estructura organizativa con barrios,

corregimientos y veredas. El desarrollo futuro depende del fortalecimiento de la infraestructura, la diversificación económica y la mejora de servicios públicos.

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 EVALUACIÓN AMBIENTAL

La evaluación ambiental de las actividades de construcción, montaje y explotación de materiales pétreos (gravas y arenas) en un área concesionada sobre un tramo de la quebrada “El Copey”, localizada en el municipio de El Copey, Cesar, se realizó teniendo en cuenta los términos de referencia solicitados por la Autoridad Ambiental a que corresponde el área. En un contexto tal, que se consideró la situación que se presentará presumiblemente una vez se inicien las actividades de explotación programadas.

Los escenarios que se consideran para el presente estudio de evaluación ambiental son las condiciones actuales de minería en el polígono del área concesionada, y aquellas que se puedan generar como parte del paso del proyecto, con el objeto de generar una adecuación o continuidad al proyecto minero en su manejo ambiental.

El procedimiento es aplicado a una actividad, proceso o grupos de ellos, para verificar la condición significativa de los impactos ambientales presumidos e identificados y en las consideraciones descritas en los términos de referencia remitidos el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, para actualizar, corregir, ampliar, complementar, ajustar o mejorar el contenido del PIMA aprobado por la autoridad ambiental competente.

La evaluación presente partió de un análisis de los impactos ambientales más significativos y usuales, que potencialmente ocurren en el proyecto de explotación minera, tanto para la construcción y montaje como para las obras y trabajos de explotación a cielo abierto. Entre los impactos más notorios se encuentran: los cambios en la calidad fisicoquímica del agua, la remoción y pérdida del suelo, los cambios en el uso del suelo y la modificación del paisaje. Estos impactos ambientales se presentan por la alteración, tanto positiva como negativa, de los componentes bióticos, abióticos y sociales del medio.

Para la evaluación de impactos ambientales, se determinó, en primer lugar, una correlación de las actividades realizadas para construcción, montaje, explotación, beneficio y desmantelamiento del proyecto minero con cada uno de los impactos potenciales. Luego, se procedió a la valoración de los impactos, de acuerdo con criterios cualitativos y cuantitativos, para establecer una magnitud; finalmente, se hizo referencia a las medidas de manejo ambiental de acuerdo con la relación específica de las actividades generadoras del impacto o los impactos.

Para el proceso de evaluación de impactos, se siguieron los lineamientos establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente en los términos de referencia de proyectos de explotación, beneficio, transporte y depósito de materiales de pequeña y mediana minería. Se utilizó la metodología propuesta por Conesa (1995), en referencia a la definición de los criterios de evaluación ambiental y ponderación de impactos. Para determinar la importancia de estos, el procedimiento de evaluación que se siguió fue el siguiente:

Análisis del Proyecto en sus aspectos técnicos, identificando las actividades potencialmente impactantes, destacando los aspectos ambientalmente más relevantes.

Identificación de los efectos potenciales que ocasionaría la realización de las diferentes actividades del proyecto, los cuales se consignan de manera ordenada en una matriz causa-efecto, en la que se relacionan las actividades generadoras de impacto, con los factores ambientales susceptibles de afectación. Esta matriz se aplica en las actividades de construcción, montaje y explotación a cielo abierto. En este paso, se hace una primera interpretación de los elementos del ambiente que parecen ser más afectados y de las actividades impactantes.

Evaluación y caracterización de efectos mediante la utilización y ampliación de la matriz antes mencionada. En esta matriz, cada efecto es evaluado según la actividad generadora mediante los criterios de evaluación, a los cuales se les ha asignado un valor según una escala de ponderación definida.

6.1.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ESCENARIO CON PROYECTO

Se identificaron las acciones de la actividad minera en cada una de las fases de la explotación de material de arrastre, estableciendo de esta forma los impactos ambientales potenciales y la susceptibilidad de riesgos a producirse durante las diferentes etapas y actividades relacionadas con el desarrollo del proyecto minero.

Las matrices son particularmente útiles para la identificación, caracterización y evaluación de impactos; con puntuación o jerarquización, encuentran su mejor aplicación en la valoración final de las alternativas y en la selección de la actuación propuesta (CANTER, 1998).

Razón por la cual se adoptó el método de matriz interactiva desarrollado por Leopold et. Al, con variantes propias y modificadas. Este método recogió las actividades del proyecto minero y los componentes ambientales afectados. El presente numeral contiene la identificación cualitativa y cuantitativa de los impactos que se generan en el área de influencia del proyecto minero.

La ejecución de proyecto de extracción de material pétreo (gravas y arenas) sobre las márgenes de la quebrada El Copey comprende las fases de: mantenimiento de la vía de acceso a la fuente de material de construcción, arenas y gravas y las vías de circulación interna, extracción o arranque del material (arenas y gravas), transporte de material, almacenamiento y cargue.

La identificación de impactos también se desarrolló teniendo en cuenta las diferentes fases y componentes del proyecto minero y del área de influencia. Para tal fin, se basó en códigos y valoraciones, adoptándose la matriz interactiva cualitativa, identificando impactos benéficos y adversos, con asignación de tres niveles de magnitud e importancia, bajo un código que denota las características de los impactos.

6.1.2 Acciones

El desarrollo del proyecto comprende la realización de actividades, las cuales se definen y analizan para determinar su interacción con los componentes y elementos del medio ambiente. A continuación, se presentan las acciones y la categoría de los efectos ambientales generados por la explotación del material de arrastre, ver tabla 4.

ACCIÓN	CATEGORÍA
MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN	Alteración de la cubierta del suelo Alteración del patrón de drenaje Disminución de la calidad del agua Generación de ruido, vibraciones y gases
TRANSFORMACIÓN DEL SUELO	Mantenimiento de la vía de acceso Implementación de infraestructura operativa Adecuación de vías de acceso
EXTRACCIÓN DE RECURSOS	Extracción de material aluvial Almacenamiento Transporte de material a zonas de consumo

ALTERACIÓN DEL TERRENO	Conformación de frentes de explotación Almacenamiento de material crudo Pacios de acopio Residuos sólidos
RENOVACIÓN DE RECURSOS	Sistema de explotación Conservación de recursos Gestión Ambiental
CAMBIOS EN EL TRÁFICO	Tráfico de volquetas Presencia de maquinarias Transporte
ACUMULACIÓN DE RESIDUOS	Almacenamiento de residuos Cierre y abandono
ACCIDENTES	Derrame de lubricantes y/o combustibles Fallos operacionales

Tabla 4. Acción y categoría del impacto

Fuente: Autor

6.1.3 Identificación.

De acuerdo con las acciones y los elementos ambientales, se adoptó y desarrolló la matriz interactiva cualitativa, identificando los impactos benéficos y adversos, con asignación de niveles de magnitud e importancia, bajo un código que denota las características de los impactos. Utilizándose las siguientes definiciones para cada código (CANTER, 1998). Ver Tabla 5.

SB: Impacto Significativo Beneficioso, representa un resultado muy deseable, en términos de mejorar la calidad previa del factor ambiental o de mejorar el factor desde una perspectiva ambiental.

SA: Impacto Significativo Adverso, representa un resultado nada deseable en términos de degradación de la calidad previa del factor ambiental o dañando el factor desde una perspectiva ambiental.

B: Impacto Beneficioso, representa un resultado positivo en términos de mejorar la calidad previa del factor ambiental o de mejorar el factor desde una perspectiva ambiental.

A: Impacto Adverso: representa un resultado negativo en términos de degradación de la calidad previa del factor ambiental o dañando el factor desde una perspectiva ambiental

b: Impacto Beneficioso Pequeño, representa una leve mejora de la calidad previa del factor ambiental o que se mejora un poco el factor desde una perspectiva ambiental.

a: Impacto Adverso Pequeño, representa una leve degradación de la calidad previa del factor ambiental o que se daña un poco el factor desde una perspectiva ambiental.

O: Como resultado de considerar la acción de proyecto relativa al factor ambiental, no se espera que ocurra un impacto medible.

M: Puede usarse algún tipo de medida correctora para reducir o evitar un impacto adverso menor, un impacto adverso, o un impacto adverso significativo.

NA: El factor ambiental no es aplicable en este caso o no es relevante para el proyecto que se propone.

ELEMENTOS AMBIENTALES			ACTIVIDADES DEL PROYECTO							
			1	2	3	4	5	6	7	8
			MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN	TRANSFORMACIÓN DEL SUELO	EXTRACCIÓN DEL RECURSO	ALTERACIÓN DEL TERRENO	RENOVACIÓN DE RECURSOS	CAMBIOS EN EL TRÁFICO	ACUMULACIÓN DE RESIDUOS	ACCIDENTES
COMPONENTE ABIÓTICO	TIERRA	Material de construcción, A. y G.	A	a	A	a	B		A	
		Suelos	A	A		a		a	A	A
		Morfología del terreno	a	A	A	a	B	a	a	a
	AGUA	Superficial	A	A	A	a	B	a	a	A
		Subterránea	a	a	A	a	B	a	a	a
		Calidad	A	A	A	A	B	A	a	A
	AIRE	Calidad	a	a	a	a		A		a
	PROCESOS	Erosión – socavación	A	A	A	a	B	a	b	
		Sedimentación		b	b	a		a		
		Estabilización	A	a	A	a	B	a	a	
COMPONENTE BIÓTICO	FLORA	Árboles y arbustos	A	A		a	B	a	a	
		Pastos y rastrojos	a	a		a	B	A	a	
		Microflora	A	a		a	B	a		a
	FAUNA	Aves, mamíferos y réptiles	a	a	a	A	B	A		
		Peces y anfibios	A	a		A	B			a
		Invertebrados	A	a	a	A	B	a	a	a
COMPONENTE SOCIOCULTURAL	USOS DEL SUELO	Ganadería	A	a		a		a		
		Pastos	A	a				a		
		Minería a cielo abierto	A	A	SA	a	A	A		a
	INTERÉS HUMANO	Modificación del paisaje	A	A	A	A	B	A	a	A
		Cambio en el uso del suelo	A	A	a	A	B		a	a
	ESTATUS CULTURAL	Generación de empleo y expectativas		B	B	b	B	B		

Tabla 5. Identificación de los impactos ambientales

Fuente: Autor

6.1.4 Evaluación de impactos.

La presente evaluación de impactos ambientales se basó en el principio de preservación del medio y está enmarcado en el modelo de desarrollo sostenible para proyectos de minería.

La finalidad del presente proceso de evaluación ambiental es:

- Evaluar los efectos negativos sobre los elementos del medio generado por el proyecto.
- Predecir y evaluar los impactos ambientales generados en la extracción de material de arrastre, basados en los conocimientos y métodos utilizados en la ejecución de proyectos similares.
- Planificar el manejo ambiental de la explotación de material sobre la quebrada.
- Optimizar y racionalizar los recursos del proyecto.

El objetivo más importante de este proceso es el de calificar las afectaciones ambientales del medio natural y social, originadas con las acciones que se realizarán en la extracción de material de arrastre en la quebrada El Copey.

6.1.4.1 Evaluación Cualitativa.

La evaluación cualitativa de impactos refiere en los componentes ambientales, entre ellos, el abiótico, biótico y el componente socioeconómico.

Los impactos sobre el medio natural surgen por la implantación de acciones estrictamente necesarias para la realización del proyecto. Para nuestro caso en particular, se generan actividades como la adecuación de la vía de acceso a la quebrada, construcción de obras anexas, extracción del material de arrastre y almacenamiento (JAVIER MILÁN L, 2005)

La evaluación cualitativa se realizó mediante la utilización de la siguiente lista de chequeo; esta muestra acciones que producen impacto en cada una de las diferentes etapas del proyecto minero, indicando esencialmente las causas de alteraciones en el medio ambiente. La lista de chequeo se utilizó como instrumento previo de evaluación que ayuda a delimitar los efectos más destacables del proyecto.

FASES DEL PROYECTO	ACTIVIDAD QUE PRODUCE IMPACTO
ADECUACIÓN DE LA VÍA DE ACCESO A LA QUEBRADA EL COPEY	Remoción parcial de vegetación Remoción parcial del perfil de suelo Transporte de material Movilización de maquinaria y equipos
ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA	Movilización de maquinaria Distribución espacial de áreas Transporte de material Manejo de aguas superficiales Adecuación de la Infraestructura anexa
EXTRACCIÓN DEL MATERIAL DE ARRASTRE	Transporte de maquinaria y equipos Identificar y delimitar la playa de extracción Limpieza y remoción de material vegetal arrastrado por la quebrada Extracción del material Movilización de material Movilización de volquetas y maquinaria
OPERACIÓN DE VÍAS INTERNAS Y DE ACCESO	Señalizar la vía de acceso Movilización de maquinaria y vehículos Circulación de Maquinaria, equipos y volquetas Transporte de material de beneficio Control de volquetas y vehículos Mantenimiento de accesos y vías internas
ABANDONO	Restauración paisajística Mantenimiento final de accesos y vías utilizadas. Limpieza final y abandono de áreas intervenidas Movilización de Equipos, maquinaria y vehículos.

Tabla 6. Lista de chequeo

Fuente: Autor

6.1.4.2 Afectación de recursos.

Agua

Se presentarán efectos directos y adversos cuando se alteren los niveles de turbidez y de sólidos suspendidos sobre la biota acuática, aun cuando están condicionados a la frecuencia de la perturbación, principalmente por el tráfico de volquetas y los niveles de adaptabilidad y parámetros de comportamiento de las especies involucradas, en la quebrada El Copey.

La afectación menos favorable sobre el recurso agua se ocasionaría en el posible evento de derrames de aceites, grasas, lubricantes y/o combustibles, que alterarían la calidad del agua en la quebrada.

La explotación del lecho aluvial presenta alteraciones menores en la dinámica fluvial, asociadas a los procesos de erosión generados por la extracción de material dentro de las márgenes de la quebrada o por procesos de sedimentación producidos por el aporte de material a los cuerpos de agua, que incide en la disminución de la capacidad del transporte y un aumento de arrastre de material en carga.

En conclusión, los impactos están relacionados con la alteración de la calidad fisicoquímica de las aguas, incremento de la turbidez por recirculación de sólidos suspendidos o disueltos, modificación del drenaje natural, colmatación de cuerpos de agua y variación de los niveles freáticos.

Suelo

La afectación sobre el recurso suelo está dada por los Impactos derivados de la preparación y adecuación de terrenos para el inicio de la construcción, montaje y explotación minera, especialmente los asociados a los residuos sólidos y líquidos.

También, el elemento suelo se puede ver afectado por la contaminación provocada por derrames accidentales de aceites, lubricantes y/o combustibles utilizados en maquinaria y equipos.

Flora

La cobertura vegetal se puede afectar por diversas maneras durante las actividades de construcción, montaje y adecuación de áreas para la explotación. Con la pérdida de especies vegetales, se disminuye la biomasa vegetal, se altera el paisaje, se modifica el hábitat para la fauna y se puede alterar la calidad y cantidad de aguas.

Durante el reconocimiento de campo, se observó que, dentro del área de influencia directa, la cobertura vegetal está representada especialmente por vegetación secundaria altamente intervenida; por tanto, no se producirá un impacto adverso significativo. Es importante tener en cuenta que, para el desarrollo del proyecto minero, no se requiere del uso o aprovechamiento del recurso forestal en ninguna de sus etapas.

Las emisiones de polvo durante la circulación de volquetas en el transporte de material generan un impacto sobre la vegetación, ya que, por obstrucción de las estomas foliares, se afecta el proceso de transpiración de las plantas, causando el marchitamiento.

Fauna

La afectación de comunidades faunísticas se presenta por:

- Dispersión o fuga de algunos individuos debido al incremento del ruido por las actividades de explotación.
- Alteración y disminución del hábitat por pérdida de cobertura vegetal.
- Aumento de accidentalidad debido al incremento del tráfico vehicular.

Aire

Este recurso se ve afectado principalmente por la adecuación de vías, cargue y transporte del material. También se produce por la operación de maquinaria y por la manipulación del mineral o por la acción del viento sobre las pilas del mineral en los patios de acopio.

En todas las áreas y acciones del proyecto se producirá material particulado, generación de gases, ruido y vibraciones como consecuencia de la adecuación de la vía de acceso a los playones de extracción e infraestructura, extracción del material de arrastre, operación de vías internas y vías de acceso a las fuentes de material.

Se debe planear el tráfico de maquinaria, volquetas y vehículos, aplicar el riego de las vías internas de acceso a la fuente de mayor frecuencia.

Sociocultural

La inserción de un proyecto en una región genera expectativas en los pobladores del área de influencia del proyecto, por la adquisición de predios, la contratación de personal y los posibles impactos tanto negativos como benéficos que pueda causar. La actividad minera puede causar daños en la infraestructura pública y privada, entre otros factores, por el incremento en el tránsito vehicular. También se puede incrementar el riesgo de accidentalidad. Los cambios en el uso del suelo son causados por la infraestructura del proyecto y la explotación. Estas generan alteraciones sociales y económicas a la comunidad del área de influencia.

Socioeconómico

Se presentan impactos de carácter positivo, haciendo referencia a la construcción y adecuación de vías, movimiento de maquinaria, explotación de material y comercialización de este; hay generación de empleo por la extracción de material, por la operación de maquinaria, mejorando el nivel de vida de la población de la región.

6.1.4.3 Evaluación Cuantitativa.

Para la evaluación cuantitativa de impactos, se desarrolló con base la tabla 4, que corresponde a la identificación de impactos ambientales generados por el proyecto de explotación minera sobre el material de arrastre, en relación con cada elemento ambiental afectado, dadas las actividades generadas.

Para complementar la evaluación de los impactos ambientales, se debe determinar la magnitud del impacto generado, partiendo de la matriz de causa y efecto. Se valora cada impacto puntual por separado, de acuerdo con los criterios de valoración (tabla 7) o criterios similares.

La magnitud de los impactos dependerá de varios factores a considerar: localización, tamaño del área, trabajos de construcción y montaje, métodos de explotación minera, cantidad de trabajadores, líneas de transmisión de vehículos y maquinaria utilizada, cercanía a vías de acceso, relieve del lugar, tipo de suelo, cercanía a asentamientos humanos y presencia de cuerpos de agua subterránea y superficiales.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	GRADO DE EVALUACIÓN	VALOR
Carácter (CR)	Si la acción genera un cambio que puede considerarse benéfico o perjudicial	Benéfico	+
		Adverso	-
Magnitud (MG)	Intensidad o grado de incidencia o de cambio que una acción produce sobre un factor ambiental considerado. Siempre está en función de la variación de las condiciones iniciales del área.	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
Cobertura (CO)	Tiene en cuenta la superficie espacial afectada por una acción determinada Se refiere al área de influencia teórica del efecto, en relación con el entorno del proyecto, % del área en que se manifiesta el efecto respecto al entorno.	Puntual	1
		Parcial	2
		Local	4
		Regional	8
		Crítica	+4
Plazo de manifestación (PM)	Hace referencia al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto.	Largo plazo	1
		Mediano plazo	2
		Inmediato	4
		Critico	+4
Duración (DR)	Hace referencia a la escala temporal en la cual actúa un determinado efecto.	Fugaz	1
		Temporal	2
		Permanente	4

Reversibilidad (RV)	Tiene en cuenta la posibilidad, dificultad o imposibilidad que tiene el factor ambiental de retornar a la condición anterior, por la sola acción de mecanismos naturales.	Corto plazo	1
		Medio plazo	2
		Irreversible	4
Recuperabilidad mitigabilidad (RE)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción parcial o total del factor afectado como consecuencia de la acción del proyecto considerada, mediante la introducción de medidas de manejo.	Inmediata	1
		A medio plazo	2
		Mitigable	4
		Irrecuperable	8
Periodicidad (PE)	Se refiere a la regularidad de manifestación de un efecto.	Irregular	1
		Periódico	2
		Continuo	4
Tendencia (TE)	Da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada y reiterada la acción que lo genera.	Simple	1
		Acumulativo	4
Tipo (TI)	Relación causa-efecto, es decir, la manera como se manifiesta un efecto sobre un factor ambiental, como consecuencia de una acción determinada.	indirecto	1
		Directo	4
IMPORTANCIA (I)	Es la suma de los valores que adquiere cada criterio de evaluación, según la fórmula: $I = (CR) (3 MG + 2 CO + PM + DR + RV + RC + PE + TE + TI)$		

Tabla 7. Criterios para la evaluación de la importancia del impacto

Fuente: metodología propuesta por Conesa (1995)

6.1.5 Indicadores Ambientales.

Este numeral tiene como objetivo resumir los datos ambientales, comunicar información sobre la calidad del medio afectado y centrarse selectivamente en los factores ambientales claves.

La caracterización de los efectos potenciales se realizó mediante la utilización de los criterios establecidos según su carácter (CR), magnitud (MG), cobertura (CO), plazo de manifestación (PM), duración (DR), reversibilidad (RV), recuperabilidad o mitigabilidad (RC), periodicidad (PE), tendencia o Acumulación (TE) y tipo (TI), y se calculó la importancia (I). De acuerdo con los criterios establecidos (ver tabla 9).

La escala de valoración de la importancia de un impacto cualquiera tomará valores extremos entre 12 y 100 interpretándose como irrelevante o no significativo, manejable o significativo, especial o no muy significativo, crítico e inadmisible si su carácter es

negativo, y relevante o significativo, importante o muy significativo si el carácter es positivo (ver tabla 8).

CARÁCTER	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	ESCALA DE VALORES
NEGATIVO	IRRELEVANTE O NO SIGNIFICATIVO	< 25
	MANEJABLE O SIGNIFICATIVO	25 – 50
	ESPECIAL O MUY SIGNIFICATIVO	51 – 75
	CRITICO O INADMISIBLE	>75
POSITIVO	RELEVANTE O SIGNIFICATIVO	< 50
	IMPORTANTE O MUY SIGNIFICATIVO	> 50

Tabla 8. Valoración de impactos

ELEMENTOS AMBIENTALES			ACTIVIDADES DEL PROYECTO															
			MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN		TRANSFORMACIÓN DEL SUELO		EXTRACCIÓN DEL RECURSO		RENOVACIÓN DE RECURSOS		ALTERACIÓN DEL TERRENO		CAMBIOS EN EL TRÁFICO		ACUMULACIÓN DE RESIDUOS		ACCIDENTES	
			CR	I	CR	I	CR	I	CR	I	CR	I	CR	I	CR	I	CR	I
COMPONENTE ABIÓTICO	TIERRA	Material de arrastre	-	27	-	21	-	44			-	22			-	29		
		Suelos	-	30	-	36					-	24	-	22	-	26	-	27
		Morfología del terreno	-	20	-	31	-	30	+	26	-	21	-	16	-	20	-	14
	AGUA	Superficial	-	28	-	33	-	42	+	29	-	24	-	18	-	24	-	28
		Subterránea	-	14	-	24	-	17	+	22	-	16	-	24	-	16	-	19
		Calidad	-	27	-	28	-	30	+	21	-	26	-	27	-	20	-	29
	AIRE	Calidad	-	24	-	18	-	19			-	21	-	28			-	16
	PROCESOS	Erosión – socavación	-	37	-	26	-	31	+	26	-	23	-	14	+	19		
		Sedimentación									-	19	-	18				
		Estabilización	-	30	-	22	-	34	+	24	-	22	-	14	-	23		
COMPONENTE BIÓTICO	FLORA	Árboles y arbustos	-	35	-	26			+	33	-	17	-	22	-	16		
		Pastos y rastrojos	-	23	-	21			+	22	-	20	-	28	-	16		
		Microflora	-	27	-	20			+	23	-	20	-	21			-	20
	FAUNA	Aves, mamíferos y reptiles	-	18	-	16	-	19	+	24	-	29	-	26				
		Peces y anfibios	-	26	-	14			+	26	-	29					-	18
		Invertebrados	-	26	-	20	-	19	+	25	-	29	-	19	-	18	-	18
COMPONENTE SOCIOCULTURAL	USOS DEL SUELO	Ganadería	-	26	-	24					-	16	-	18				
		Pastos	-	26	-	17							-	22				
		Minería a cielo abierto	-	48	-	26	-	60	-	42	-	22	-	28			-	17
	INTERÉS HUMANO	Modificación del paisaje	-	36	-	36	-	27	+	34	-	31	-	28	-	24	-	31
		Cambio en el uso del suelo	-	28	-	31	-	21	+	30	-	27			-	19	-	16
	ESTATUS CULTURAL	Generación de empleo y expectativas			+	27	+	31	+	23	+	19	+	31				

Tabla 9. Matriz de evaluación global en actividades de extracción de material

Fuente: Autor

El análisis de la matriz (tabla 9) permite extraer los siguientes puntos importantes, tomando como referencia las actividades para la extracción de material:

Para la modificación del régimen, dentro de los elementos ambientales con mayor impacto se encuentra el uso del suelo en la aplicación de la minería a cielo abierto para la extracción de material, con un carácter negativo y un índice de importancia de (-48). También se ven afectados los suelos por procesos de erosión, socavación y modificaciones al paisaje, todos con un carácter negativo y un índice de importancia entre 25 y 50, lo que los clasifica dentro del rango de impacto manejable o moderado. Estos impactos son generados principalmente por la alteración de la cubierta del suelo, la adecuación del patio de maniobras y la alteración del patrón del drenaje durante la extracción del material.

La transformación del suelo genera un impacto ambiental considerable sobre los elementos como el suelo, el agua superficial y el paisaje, los tres con un carácter negativo y con índices dentro del rango de manejable o moderado. Estos impactos son ocasionados principalmente por la implementación de la infraestructura operativa y la adecuación de las vías de acceso. Como impactos positivos relevantes, se produce la generación de expectativas y empleo.

La extracción de recursos incide sobre el elemento uso del suelo, específicamente en la aplicación de la minería a cielo abierto, considerándose un impacto negativo con un índice de importancia de (-60), clasificándolo como impacto severo. También se ven afectados el material de arrastre, las aguas superficiales y su calidad, la erosión – socavación y la estabilidad, todos con impactos negativos dentro del rango moderado o manejable; siendo los de mayor peso la extracción de material de arrastre y la afectación del agua superficial, con índices de importancia de (-44) y (-42) respectivamente. Como impacto positivo relevante, se destaca la generación de expectativas y de empleo.

Los impactos ambientales negativos clasificados como manejables o significativos dentro de la actividad de alteración del terreno corresponden a calidad del agua, la fauna (aves, mamíferos, réptiles, invertebrados, peces y anfibios), la modificación del paisaje y el cambio en el uso del suelo. Sin embargo, la generación de empleo y expectativas tiene un impacto positivo relevante, ya que eleva el estatus cultural y económico.

En la renovación de los recursos, casi todos los impactos evaluados son relevantes y positivos. Los más notorios son la modificación del paisaje, con un valor de (+34) y la flora, con (+33), debido a la siembra de nuevas especies vegetales que mejoran este

elemento. Por otro lado, el único impacto negativo para esta actividad es la aplicación de la minería a cielo abierto en la extracción de material, con un índice de importancia de (-42)

La fase de cambios en el tráfico genera un impacto positivo en el elemento relevante de generación de empleo. Los impactos negativos en su mayoría son irrelevantes, siendo manejables o moderados los cambios en el paisaje, la calidad del agua, aire y uso del suelo en minería a cielo abierto.

Dentro de la acumulación de residuos, se presentan de manera positiva los procesos de erosión y socavación, resultado de la explotación, de tal forma que mitiguen estos procesos. Los demás impactos son negativos e irrelevantes, excepto los elementos como material de arrastre y los suelos, que se clasifican como manejables y negativos de acuerdo con la ejecución de esta actividad minera.

Los accidentes, tales como los derrames de combustible y fallas operacionales, causan un impacto negativo y en su mayoría irrelevante sobre los elementos del ambiente. Solo se sitúan como impactos manejables o moderados el cambio en el paisaje, en el agua superficial y los suelos.

6.2 MEDIDAS CORRECTORAS

teniendo en cuenta los resultados de la identificación, caracterización y evaluación ambiental del proyecto minero y su incidencia con el entorno, sumado con los conocimientos y experiencias técnicas, observaciones de campo y metodologías aplicadas en otras obras similares, se recomienda implementar medidas que permitan mitigar los impactos negativos ocasionados por la explotación de materiales pétreos en al área concesionada, (Ver tabla 10).

Se hace necesario implementar un plan de manejo ambiental que tenga como objetivo:

- Aplicar las acciones concretas en la implementación de las diversas medidas adoptadas por el proyecto, con el fin de prevenir, controlar, mitigar, neutralizar o minimizar los efectos negativos generados sobre el medio ambiente.
- Definir las medidas y acciones a seguir para evitar y/o reducir los posibles efectos negativos causados por el desarrollo de la explotación.
- Presentar un plan de manejo concreto y específico, involucrando cada uno de los diferentes componentes ambientales.

- Crear responsabilidades de ejecución y la respectiva supervisión de los trabajos a realizar.

ACCIÓN	ELEMENTO AMBIENTAL AFECTADO	IMPACTOS A MITIGAR	CAUSA DE LOS IMPACTOS	ACTIVIDADES POR DESARROLLAR
Explotación material de arrastre	Suelo, Agua, Aire y Procesos	• Deterioro de la calidad fisicoquímica aguas abajo del sitio de explotación. • Alteración de la biota acuática. • Disminución de la calidad paisajística y del recurso aire. • Emisión de material particulado, gases y ruido. • Contaminación por combustibles y aceites. • Deterioro de la calidad fisicoquímica del suelo.	• Cambios leves en el patrón del cauce y alteración de la hidráulica del cauce. • Extracción del material de las playas por explotación en dársenas y graveras.	• Realizar la extracción del material de arrastre en la quebrada El Copey, mediante los sistemas de explotación de dársenas, graveras y combinación de estos.
Vías y accesos a frentes de explotación	Suelo, Agua, Aire	• Alteración de la composición del suelo. • Alteración del drenaje y paisaje. • Deterioro de la calidad del recurso agua. • Generación de ruido y vibraciones.	• El acceso existente se encuentra parcialmente deteriorada por los procesos erosivos del cauce. • Los nuevos accesos generan modificación del paisaje, afectación del suelo.	• Construcción, adecuación y mantenimiento de los accesos a la fuente de material y vía veredal utilizada también por la comunidad.
Residuos sólidos	Aire, Paisaje y Suelo	• Alteración del suelo, aire y paisaje. • Cambios en el uso del suelo. • Afectación de la salud por vectores infecto - contagiosos.	Los residuos de la actividad minera requieren de un tratamiento adecuado para que no se conviertan en lugares perfectos para la multiplicación de vectores	• Se pretende transformar la mayor parte de los residuos iniciales, en útil o reutilizable; mediante la segregación o clasificación en la fuente. El residuo final deberá ser entregado

		• Molestias a las poblaciones cercanas al proyecto.	que transporten microbios y/o bacterias, causantes de enfermedades infectocontagiosas. La disposición final de los residuos no deberá afectar ningún tipo de fuente de agua superficial y/o subterránea, suelos o condición física natural.	a la empresa prestadora del servicio de disposición final en el relleno sanitario del Municipio de El Copey.
Control atmosférico	Aire	• Aumento del material particulado en el aire. • Aumento de los niveles de ruido y gases.	• La generación de un nivel mayor de flujo vehicular por las vías veredales, accesos existente y vías a desarrollar. • Transporte del material extraído. • Circulación de vehículos, volquetas, maquinaria y equipo dentro la zona del Contrato de Concesión.	• Disminuir los niveles de emisiones atmosféricas de los vehículos, volquetas y maquinaria utilizada en el proceso de la extracción del material. • Utilizar elementos de protección personal para protección respiratoria es una parte esencial como medida preventiva para garantizar la salud de los operadores y la comodidad de los usuarios de la mina.
Flora	Flora	Deterioro de la flora silvestre de la zona del proyecto	• Remoción de material de cobertera por acondicionamiento de accesos a frentes de explotación. • La remoción del material de cobertura para acceder al mineral a explotar. • Socavación de raíces producto de la explotación.	• En las zonas próximas al cauce se dejará barrera de protección de hasta 4 metros Con relación a la vegetación existente a fin de no afectar sus raíces. • Se delimitará y señalizará claramente los sitios de vías de acceso para controlar las entradas

				hacia las zonas de explotación. • prohibir la tala de árboles para las actividades propias de la explotación y para los terceros dueños de predios que colinden directamente con el cauce. • Realizar jornadas de sensibilización sobre la importancia del componente florístico en la zona del proyecto.
Fauna	Fauna	Ahuyentamiento de especies nativas de la zona de explotación	• Extracción del material y movimiento de vehículos, maquinaria y personal, que generan ruido y alteran la normalidad de la zona para las especies faunísticas que se puedan encontrar allí propiciando un desplazamiento de estas. • La remoción de la cobertura vegetal, hábitad de muchas especies que se ven en la necesidad de movilizarse por la falta de este. • La mortalidad de especies por los vehículos que penetran en la mina.	• Crear un aislamiento con el uso de cercas vivas que permitan restablecer ese hábitad y permitir el retorno de especies nativas y así amortiguar la pérdida de fauna en la zona. • Capacitar al personal empleado en la mina, ya sea directo o indirecto, sobre la necesidad de proteger la fauna del área, y sobre las repercusiones ambientales que tiene la pérdida de esta. • Aplicando las medidas para el control de ruido, se puede minimizar el efecto

				que este puede generar en la fauna que se encuentra en el área. • Con el diseño de la vía de acceso a los frentes de explotación se debe tener especial cuidado en no dejar aislados sectores que puedan ser dados como corredores naturales de especies. • Se debe prohibir la caza y pesca dentro de la zona del proyecto, a fin de que todo los usuarios y empleados de la mina generen la protección de la especie de la región. • Realizar charlas periódicas con personal idóneo en temas específicos de manejo de especies y su protección en la zona del proyecto.
Aguas superficiales	Agua	• Disminución de la calidad de las aguas superficiales • Aumento de sólidos suspendidos	• Mezclar las aguas lluvias con aguas residuales contaminadas. • Disposición de los residuos líquidos generados en las corrientes naturales. • Vertimiento directo de	• Realizar el monitoreo de calidad de aguas (físicoquímico y bacteriológico), en el sitio de extracción de material arrastre en la quebrada El Copey.

			grasas, aceites, lubricantes o combustibles en desagües	
Combustibles, grasas y aceites	Agua, Suelo	• Alteración de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. • Disminución de la calidad del suelo. • Disminución de la cubierta vegetal. • Alteración paisajística y de la calidad del aire por volatilización de combustibles.	• Durante el tanqueo y transporte de combustible para maquinaria, se pueden generar derrames directos al suelo y/o indirectamente, causado el deterioro de la calidad del suelo y agua subterránea y/o superficial	• Transporte de combustible desde la estación de servicio LA TRONCAL (sitio más cercano a 4 km), hasta la zona del proyecto; y tanqueo de maquinaria en sitio 50 metros alejado de la corriente principal de la quebrada El Copey.
Señalización	Paisaje, Agua y Suelo	Pauta cultural	• La señalización incompleta, defectuosa genera accidentes operacionales con consecuencias que pueden llegar a ser fatales o muy graves.	• Señalizar frentes de extracción de material y vías de acceso
Capacitación ambiental	Paisaje, Agua y Suelo	• Fortalecer conceptos y fomentar las buenas prácticas de cuidado con el medio ambiente.	• La falta de conocimiento, insensibilidad ambiental y la indiferencia frente a la necesidad de conservar los recursos naturales y aprovecharlos racionalmente y la falta de concepción de desarrollo sostenible en todas las actividades del medio desencadena efectos negativos en los elementos físico-bióticos.	• Capacitación ambiental al personal involucrado directa e indirectamente con la extracción del material de arrastre y patio de acopio y clasificación, mediante talleres ambientales.

Manejo de las expectativas en las comunidades	Social	• Generación de Expectativas en las comunidades del área de influencia que puedan propiciar el rechazo de la ejecución del proyecto.	• La desinformación de la comunidad referente a la ejecución del proyecto minero. • Conflicto de intereses sobre los daños que pueden dar las actividades de explotación en el área del proyecto. • La alteración de las áreas de influencia del proyecto por las actividades de explotación.	• Crear campañas dirigidas a las personas de la comunidad que muestren las actividades que desarrolla la mina y el manejo seguro que se tiene al desarrollarlas. • Mostrar los compromisos que se tienen para mejorar las zonas impactadas por las actividades de explotación. • Propiciar campañas de cuidado de los recursos agua, suelo, aire, flora, fauna, que le enseñen a la comunidad los cuidados que hay que tener con ellos y como se deben proteger y preservar. • Desarrollar encuestas anuales para medir el grado de satisfacción o insatisfacción con el proyecto minero, dirigido principalmente a los moradores más cercanos al proyecto minero.
Salud ocupacional	Social	• Afectación en las condiciones de salud ocupacional del personal que labora en la mina	• El método de explotación a cielo abierto y las actividades de extracción, cargue y transporte, generan un alto impacto en	• Afiliar al personal empleado directamente con la mina a Salud, Pensión y riesgos Profesionales.

			la salud ocupacional del personal encargado de desarrollarlas, ya que las realizan en condiciones extremas, expuestos a la acción de agentes naturales como el viento y el sol. • Exposición y utilización de máquinas durante la extracción del material.	• Mantener una dotación mínima de implementos de seguridad personal (Casco, Botas, Guantes, Gafas) • Exigirle a las entidades o personal que de forma indirecta están vinculadas a la explotación en la mina, unas condiciones mínimas de Salud Ocupacional y seguridad. • Realizar charlas periódicas relacionadas con temas específicos de seguridad industrial. • Desarrollar documentos guía para las condiciones seguras de la actividad minera, como lo es el PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL, realizar socialización de este
Unidad sanitaria	Suelo y Agua	• Alteración de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. • Disminución de la calidad del suelo. • Afectación de la salud por vectores infecto – contagiosos. • Alteración de la calidad ambiental.	• Los residuos requieren de un tratamiento adecuado para que no se conviertan en lugares propicios para la generación de vectores que transmiten microbios y/o bacterias, causantes de enfermedades infectocontagiosas.	• Realizar un proceso de subcontratación con empresas de la región especializadas en el manejo de residuos líquidos o aguas residuales; mediante la colocación de un baño portátil en un sitio alejado 80 metros de la corriente principal.

Restauración final	Suelo, Agua y Aire	• Alteración del rasgo físico singular • Alteración de la calidad de las aguas superficiales • Cambio del carácter fisicoquímico (procesos)	• Las actividades que implique la construcción de obras, movimientos y excavaciones de material, distribución a formas diferentes, nivelaciones del terreno, cambios de pendiente y rellenos; genera la alteración momentánea de algunos de los componentes ambientales en aras de la restitución y restauración final de las zonas afectadas.	• Restauración final del área afectada por la extracción del material de arrastre de la quebrada El Copey, y la zona del patio de acopio y clasificación.
--------------------	--------------------	---	--	---

Tabla 10. Recomendaciones técnicas para la mitigación de impactos

Fuente: Autor

7. CONCLUSIONES

El desarrollo de una explotación minera de materiales pétreos (gravas y arenas) en un área concesionada de la quebrada El Copey genera impactos ambientales que pueden mitigarse con una buena implementación de planes ambientales, con el fin de realizar una minería que sea amigable con el ambiente.

Una vez realizada la evaluación ambiental en el área concesionada, se concluye que las actividades generadas por el proyecto minero que más afectan negativamente el medio ambiente son: la modificación del régimen, la extracción del recurso, la transformación de los suelos y la alteración del terreno. Mientras que el elemento ambiental de mayor afectación es el carácter fisicoquímico de los elementos agua y tierra, y, dentro del factor cultural de interés humano, el de mayor afectación es el Paisaje.

Las actividades de modificación del régimen afectan negativamente algunos elementos ambientales, disminuyendo principalmente la calidad del agua superficial, alterando los patrones de drenaje y en general la flora y fauna circundante debido a los cambios ocasionados en el ecosistema por la actividad de extracción.

Se encontró que la actividad que más afecta el área de influencia del proyecto, desde el punto de vista ambiental, es el aumento de los sólidos suspendidos y la turbidez de las aguas superficiales, causados por el paso eventual de la maquinaria, equipos y volquetas en la fase de extracción del material de la quebrada, afectando el carácter físico y químico del agua superficial.

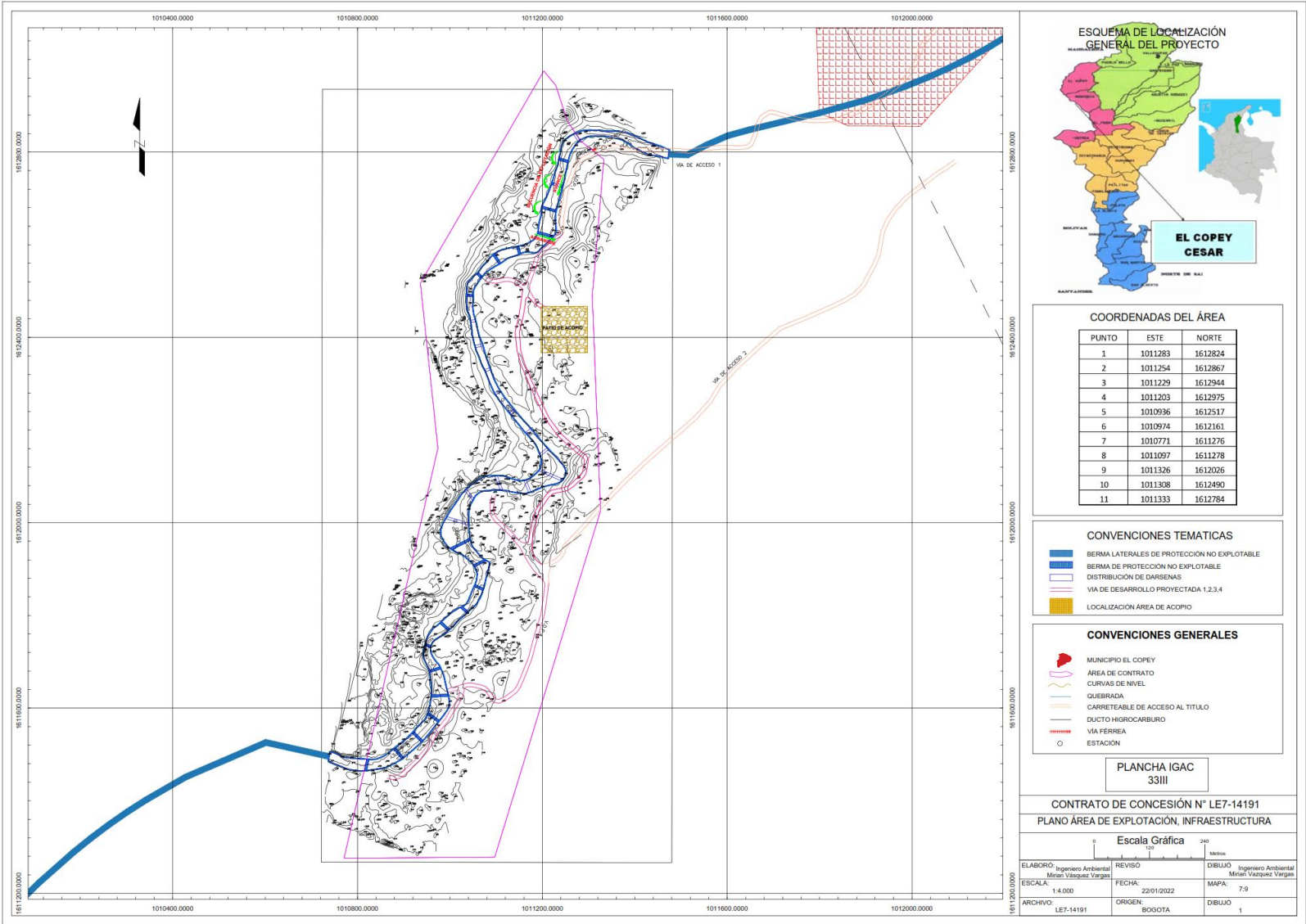
Las actividades de transformación del suelo, cambios en el tráfico, acumulación de residuos y eventualidad de la ocurrencia de accidentes operacionales, producen efectos adversos en diferentes elementos ambientales, alterando las características físicas y químicas y reduciendo la calidad del aire, la condición biológica de la flora (arbustos) y la microfauna.

Una vez realizado la evaluación ambiental, se concluye que la explotación de materiales pétreos (grava y arena) de forma sostenible en el área concesionada es viable, puesto que los posibles impactos generados por la extracción de estos son mitigables y/o corregibles.

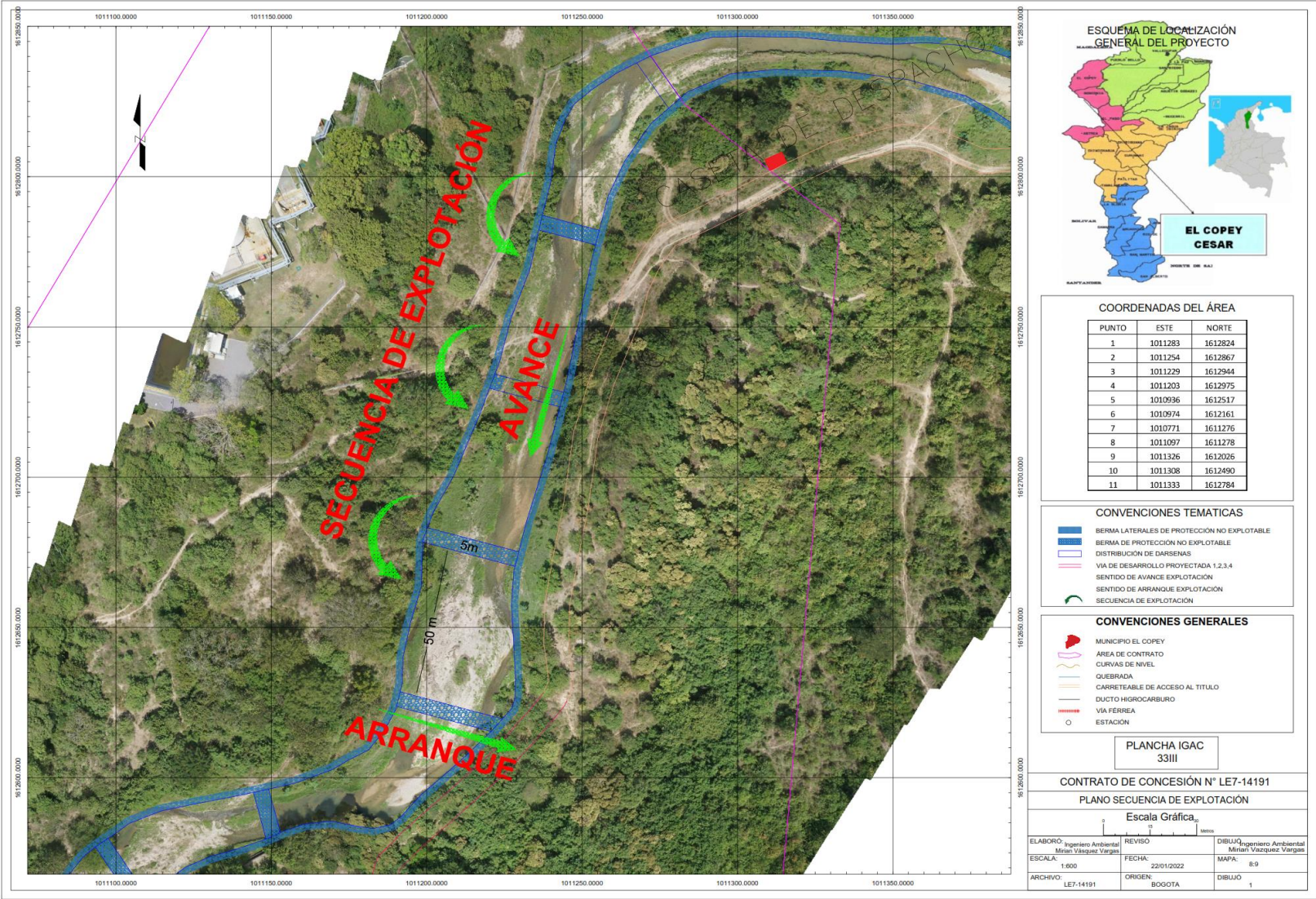
8. BIBLIOGRAFÍA

- Administración Municipal - Municipio de El Copey. (1999). *Esquema de Ordenamiento Territorial*. El Copey - Cesar: Administración Municipal.
- Agencia Nacional de Minería. (2021). *Exploración y estimación de recursos y reservas de Materiales de Arrastre*. Bogotá: Oficina de comunicaciones ANM.
- CANTER, L. W. (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental*. Bogotá: Mc Graw Hill.
- Código de Minas. (09 de febrero de 2010). *Función Pública*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=38863>
- COLMINERALS SAS. (2019). *Plan de Trabajo y Obras para la explotación de materiales de construcción, arenas y gravas naturales y silíceas*. Valledupar.
- IDEAM. (23 de 12 de 2024). *ASDI*. Obtenido de <https://registry.opendata.aws/ideam-radares>
- JAVIER MILÁN L. (2005). *Guía ambiental para evitar, corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos a nivel municipal*. Bogotá: DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN.
- Sistema de Información Ambiental de Colombia. (11 de 01 de 2025). *SIAC*. Obtenido de <http://www.siac.gov.co/suelosytierras>

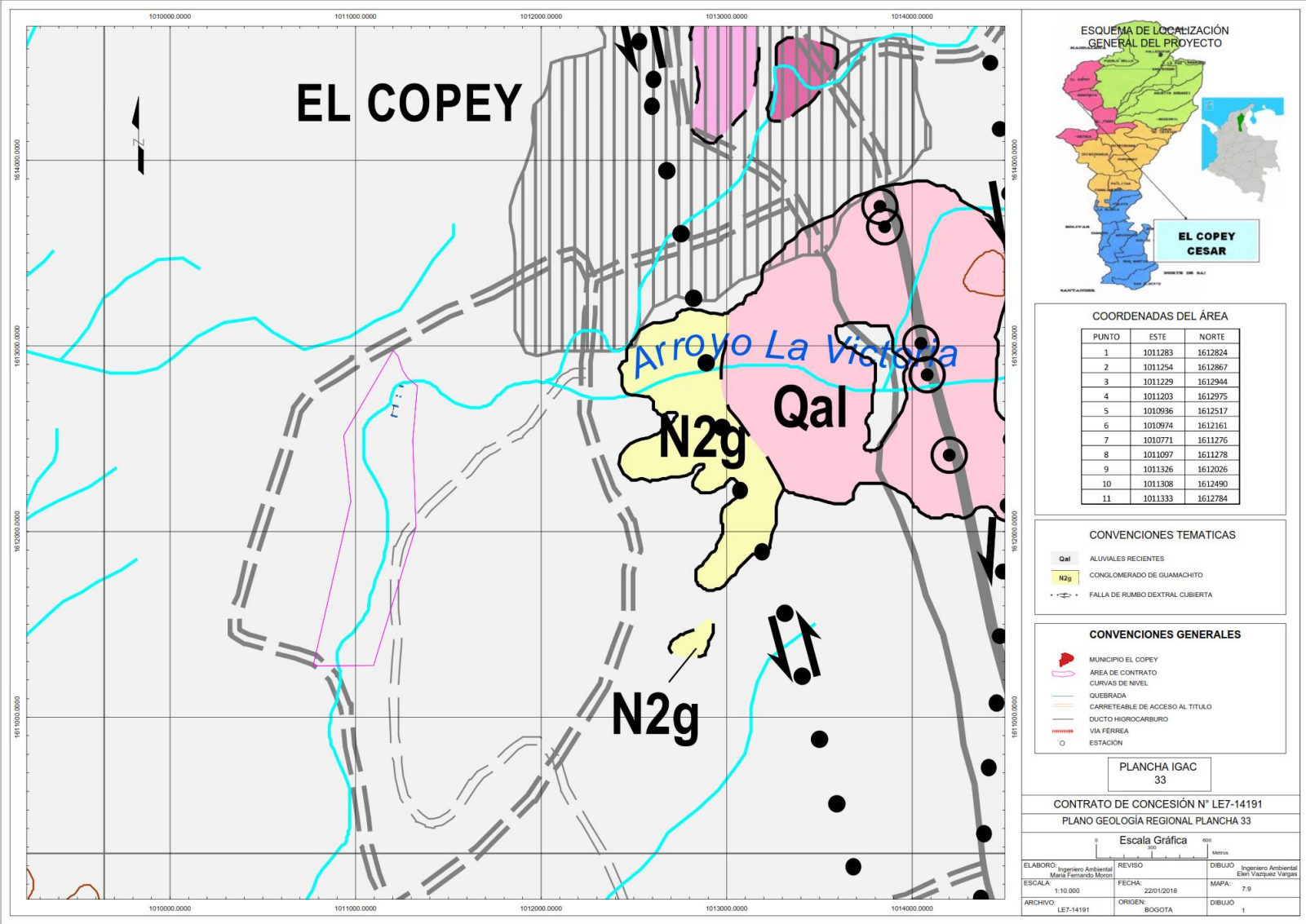
ANEXO 1: PLANO, ÁREA DE EXPLOTACIÓN, INFRAESTRUCTURA



ANEXO 2: PLANO, SECUENCIA DE EXPLOTACIÓN



ANEXO 3: PLANO, GEOLOGÍA REGIONAL



ANEXO 4: CLASIFICACIÓN DE MATERIALES

APIQUE	FOTO	CLASIFICACION CAMPO	CLASIFICACION LABORATORIO
1		Nivel Qal	MUESTRA 1 GP GRAVAS 35% ARENAS 65%
2		Nivel Qal	
3		Nivel Qal	.
4		Nivel Qal	

ANEXO 5: CALIDAD DEL AGUA

Localización de las muestras de aguas tomadas.

MUESTRA N.º	NOMBRE DEL SITIO	SITIO DE MUESTREOS	COORDENADAS WGS 84
M1	QUEBRADA EL COPEY	M1 AGUAS ARRIBA	N 9 24 15.9 W 73 22 48.9
M2		M2 AGUAS ABAJO	N 9 24 19.4 W 73 22 52.3

Resultados de los ensayos de la calidad de agua.

ENSAYO EFECTUADO	MUESTRA N.º									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DBO5 (mg/l)	17.1	9.9	30	15.9	31.2	18.3	14.7	25.2	21.9	21.6
TURBIEDAD (NTU)	3	3	2	2	2	2	2	2	5	3
COLOR (Hanzen)	7.3	8.2	8.2	7.6	7.3	7.4	7.1	7.2	7.2	7.9
ALCALINIDAD (mg/l)	77.35	71.4	77.35	83.3	77.35	77.35	77.35	77.35	77.35	77.35
SOLIDOS TOTALES (mg/l)	120	110	115	15	100	110	115	140	105	120
SULFATOS (mg/l)	34.42	35	36.49	39.31	36.09	37.62	34.61	37.93	36.59	35.19
COLIFORMES TOTALES (NMP/100 ml)	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
COLIFORMES FECALES (NMP/100 ml)	350	350	180	19	95	62	540	22	69	350

ANEXO 6: ESPECIES REPORTADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

Especies reportadas por habitantes.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Colinus cristatus	paujil
Columba faciata	Perdiz común
Arapinca wagleri	paloma callejera
Ramphastos tucanus	tucamo
Bubulcu ibis	garza ganadera
Penelope purpurascens	pava
Amazona farinosa	cotorra

Reporte de reptiles más comunes en el área de estudio.

Boa constrictor	boa
Podocnemis unifilis	terecay
Iguana	iguana
Tupinambis nigropunctatus	Lobo pollero
Tupinambis teguixin	Lobo pollero

Anfibios más comunes en el área de estudio.

Bufo marinus	sapo
Bufo peopigi	sapo
Hyla spp	rana
Eleutherodactylus spp	rana