

**Diseño del plan de manejo ambiental para la extracción y explotación de mineral de carbón subterráneo del título minero FHR-082 del municipio de Tópaga – Boyacá.**

Diana Mayerly Cucaita Pacheco

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela De Ciencias Agrícolas Pecuarias y de Medio Ambiente - ECAPMA

Programa de Ingeniería

2022

**Diseño del plan de manejo ambiental para la extracción y explotación de mineral de carbón subterráneo del título minero FHR-082 del municipio de Tópaga – Boyacá.**

Diana Mayerly Cucaita Pacheco

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniera ambiental

Director:

Biviana Esperanza Rocha Gil

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela De Ciencias Agrícolas Pecuarias y de Medio Ambiente ECAPMA

Ingeniería Ambiental

2022

### **Dedicatoria**

A Dios por ser mi guía espiritual que nunca permite que desfallezca

A mi madre, que amo con todo mi corazón y el mejor ejemplo de superación, quién con su apoyo incondicional me brinda las fuerzas necesarias para seguir adelante y superarme día a día.

A mi padre, mi ángel guardián, siempre cuidándome y dándome la fortaleza para seguir adelante.

A mis hermanos, ejemplo de superación y perseverancia, quienes me han enseñado que los sueños no son inalcanzables.

A mis sobrinos que con su amor y cariño impulsan el motor de la alegría.

### **Agradecimientos**

A los docentes de la Universidad por compartir todo su conocimiento, no solo profesional si no personal que permitió fortalecer mi formación integral.

A la directora de este proyecto, la ingeniera Biviana Esperanza Rocha Gil, por su asesoría y apoyo permanente durante la elaboración del proyecto

Al ingeniero Horacio Rojas por brindarme un excelente acompañamiento profesional desde el inicio de la carrera.

A mi hermano Wilman Giovanni Cucaita Pacheco y amiga Ytzenia Vargas, que por su conocimiento y gran profesionalismo me brindaron la asesoría técnica y personal para el desarrollo del proyecto.

Al titular minero del área de concesión FHR-082 por permitirme desarrollar esta actividad en su predio.

## Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad formular el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del proyecto minero FHR-082, localizado en el municipio de Tópaga (Boyacá) entre las veredas La Esperanza y San José. Las actividades a ejecutar en el título minero es la extracción y explotación de minería de carbón empleando el método de minería subterránea; el proceso para la explotación se realizará mediante 2 bocaminas, de las cuáles una es existente y la otra es proyectada.

Para formular el PMA se inició con la identificación de la línea base del proyecto, donde se describieron las condiciones ambientales más relevantes para la toma de decisiones sobre la actividad; esta etapa se desarrolló con base en la información secundaria (revisión bibliográfica de los estudios geológicos y mineros para el área), y el reconocimiento y análisis en campo que permitió realizar la caracterización de cada uno de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos. A partir de esta información se realizó la identificación y evaluación de los impactos generados, siguiendo la metodología de Conesa Fernández (2010), con base en dos escenarios: sin “proyecto y con proyecto”, donde se valoró el impacto ambiental generado por el conjunto de las acciones desarrolladas para el proyecto: Esto permitió interpretar la dinámica de los ecosistemas y delimitar el área de interés en donde se formularon las acciones necesarias frente a su posible intervención, contenidas en las fichas de manejo ambiental y las respectivas operaciones necesarias que permitan realizar el seguimiento y monitoreo a cada una de las actividades propuestas de los impactos generados.

Así, con este proyecto se brinda la posibilidad que se fortalezca proyectos de minería responsable, promoviendo el cumplimiento de las normas aplicables, que reduzcan el impacto sobre los ecosistemas y contribuya al mejoramiento de las condiciones de la comunidad.

**Palabras claves:** plan de manejo ambiental, minería responsable, línea base, evaluación de impactos, área de influencia.

## Abstract

The present work is to formulate the environmental management plan (PMA) of the FHR-082 mining project, located in the municipality of Tópaga (Boyacá) between the villages of La Esperanza and San José. The activities to be carried out in the mining title are the extraction and exploitation of coal mining using the underground mining method; the process for the exploitation will be carried out through 2 mine entrances, of which one is existing and the other is projected.

To formulate the PMA, it began with the identification of the baseline of the project, where the most relevant environmental conditions for decision-making on the activity were described; this stage was developed based on secondary information (bibliographic review of geological and mining studies for the area), and field surveys and analysis that allowed the characterization of each of the biotic, abiotic and socioeconomic components. Based on this information, the identification and evaluation of the impacts generated was carried out, following the methodology of Conesa Fernández (2010), based on two scenarios: without "project and with project", where the environmental impact generated by the set was assessed. of the actions developed for the project: This made it possible to interpret the dynamics of the ecosystems and delimit the area of interest where the necessary actions were formulated against their possible intervention, contained in the environmental management files and the respective necessary operations that allow carrying out follow-up and monitoring of each of the proposed activities of the impacts generated.

Thus, this project provides the possibility of strengthening responsible mining projects, promoting compliance with applicable regulations, reducing the impact on ecosystems and contributing to the improvement of community conditions.

**Keywords:** environmental management plan, responsible mining, baseline, Impact evaluation, area of influence.



## Tabla de contenido

<b>Introducción .....</b>	<b>25</b>
<b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>27</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>30</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>32</b>
Objetivo general .....	32
Objetivos específicos.....	32
<b>Marco de referencia.....</b>	<b>33</b>
Estado del arte .....	33
Antecedentes.....	33
Contexto internacional.....	33
Contexto nacional .....	34
Contexto regional .....	34
Marco teórico .....	37
Minería subterránea.....	37
Fases de los proyectos mineros.....	37
Gestación del proyecto.....	37
Exploración general.....	38
Exploración detallada.....	38
Desarrollo.....	39
Producción.....	39
Desmantelamiento.....	40
Evaluación de impactos ambientales.....	40

Manejo de impactos ambientales.....	41
Seguimiento, monitoreo y evaluación .....	41
Marco conceptual .....	42
Marco legal.....	44
Marco geográfico .....	46
Localización .....	46
Marco institucional.....	48
<b>Metodología .....</b>	<b>49</b>
Diseño metodológico.....	49
Área de estudio .....	49
Realización de línea base: .....	49
Etapa pre campo.....	49
Etapa de campo.. .....	50
Etapa pos – campo. ....	50
Identificación y evaluación de los impactos.....	50
Formulación del plan de manejo ambiental PMA .....	51
Establecer plan de control y seguimiento sobre el plan de manejo ambiental PMA.....	51
<b>Descripción del proyecto .....</b>	<b>53</b>
Características del proyecto .....	53
Infraestructura existente .....	54
Infraestructura vial.....	54
Infraestructura ambiental .....	55
Infraestructura social .....	56

Infraestructura minera.....	57
Campamento. ....	57
Bocamina. ....	57
Descripción de las labores de investigación realizadas.....	58
Túneles o galerías exploratorias .....	59
Apiques y trincheras. ....	59
Estratigrafía del yacimiento.....	60
Descripción del diseño del proyecto .....	61
Áreas de beneficio o transformación de materia sobrante.....	63
Material sobrante del proceso minero .....	63
Áreas para manejo de material sobrante.....	63
Cierre y rehabilitación o recuperación final .....	63
Descripción del método de explotación .....	64
Métodos de explotación aplicables al yacimiento. ....	64
Construcción y montaje.....	66
Instalaciones mineras. ....	66
Obras de infraestructura. ....	66
Campamento.....	67
Tolvas. ....	67
Botadero o escombrera.....	67
Senderos peatonales. ....	67
Cuarto de herramientas.....	67
Sistema de tratamiento de agua residual de mina .....	67

	12
Sistema de tratamiento agua potable.....	68
<b>Áreas de influencia.....</b>	<b>69</b>
Caracterización del área de influencia del proyecto.....	69
Medio abiótico.....	69
Geología.....	69
Geología regional.....	69
Geología estructural regional.....	71
Fallas.....	71
Pliegues.....	72
Geología Local.....	73
Lito estratigrafía Local.....	73
Geomorfología.....	74
Geomorfología Regional y Local.....	74
Paisaje.....	75
Suelos.....	76
Hidrología.....	76
Calidad del agua.....	79
Hidrogeología.....	81
Geotecnia.....	81
Representación gráfica de la estructura geológica.....	81
Propiedades de las rocas.....	84
Atmosfera.....	84
Clima.....	84

	13
Precipitación.....	85
Temperatura.. ..	85
Inventario de fuentes de emisiones atmosféricas. ....	86
Fuentes fijas.....	86
Fuentes móviles.....	86
Componente biótico.....	86
Ecosistemas terrestres. ....	87
Clasificación de ecosistemas según mapa nacional de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. ....	87
Flora. ....	89
Unidades de cobertura y uso actual del suelo. ....	89
Descripción y Caracterización de las Coberturas Vegetales.....	91
Pastos Limpios. ....	91
Mosaico de pastos y cultivos.....	92
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales.....	93
Mosaico de cultivo y espacios naturales. ....	94
Plantación forestal.....	95
Herbazal. ....	96
Arbustal denso.....	97
Fauna.....	98
Aves. ....	98
Mamíferos.....	100
Herpetofauna.....	102

Componente socioeconómico .....	103
Componente demográfico .....	104
Dinámica poblacional. ....	104
Crecimiento poblacional. ....	104
Tipo de población asentada. ....	105
Actividades económicas sobresalientes.. ....	105
Dimensión Espacial. ....	107
Infraestructura. ....	107
Vías y Transporte. ....	107
Telecomunicaciones. ....	108
Agua y Saneamiento Básico. ....	108
Alcantarillado. ....	108
Dimensión económica .....	110
Procesos productivos y tecnológicos.. ....	110
Agropecuaria. ....	111
Actividad turística. ....	111
Dimensión cultural .....	111
Caracterización comunidades no étnicas.. ....	111
Dimensión político-organizativa .....	112
Aspectos políticos. ....	112
<b>Evaluación ambiental .....</b>	<b>114</b>
Metodología general. ....	114
Identificación de los impactos .....	115

Predicción de los impactos .....	115
Elaboración de la matriz de impactos.....	115
Evaluación de los impactos .....	125
Identificación y valoración de impactos para el escenario sin proyecto .....	125
Identificación de actividades .....	125
Identificación de interacciones.....	126
Identificación y definición de aspectos ambientales.....	127
Predicción de los impactos .....	131
Elaboración de la matriz de impactos.. .....	131
Evaluación de los impactos .....	131
Elaboración de la matriz de importancia.....	131
Análisis de resultados evaluación ambiental sin proyecto .....	133
Identificación y valoración de impactos para el escenario con proyecto .....	133
Identificación de los impactos .....	133
Identificación y definición de impactos ambientales.....	136
Predicción de los impactos .....	139
Elaboración de la matriz de impactos.....	139
Evaluación de los impactos .....	139
Elaboración de la matriz de importancia.....	139
Aplicación de las medidas de control.....	141
Análisis de resultados evaluación ambiental con proyecto .....	146
Medio abiótico.....	146
Medio biótico.....	148

Medio Socioeconómico.. .....	148
Análisis de resultados de evaluación de impactos sin y con proyecto .....	149
<b>Zonificación ambiental .....</b>	<b>155</b>
<b>Plan de manejo ambiental .....</b>	<b>159</b>
Programas de medio abiótico .....	161
Programa de manejo y control de gases y partículas.....	161
Programa de manejo y control de ruido .....	163
Programa de manejo de agua de escorrentía .....	165
Programa de manejo de aguas residuales domesticas .....	167
Programa de manejo de aguas mineras para reúso .....	170
Programa de manejo de aguas de consumo.....	171
Programa de manejo de revegetalización y paisajismo .....	173
Programa de manejo y control de procesos erosivos.....	175
Programa de manejo y disposición de estériles.....	177
Programa de manejo de residuos sólidos.....	180
Programa de manejo de cierre y abandono.....	183
Programas de medio biótico.....	186
Programa de manejo de flora.....	186
Programa de manejo aprovechamiento forestal .....	187
Programa de manejo de fauna .....	189
Programas de medio socioeconómico .....	191
Programa de manejo de información y participación comunitaria.....	191
Programa de manejo de contratación de mano de obra .....	193



Programa de manejo de educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	194
<b>Plan de seguimiento y monitoreo.....</b>	<b>198</b>
Programas de medio abiótico .....	199
Programa seguimiento y monitoreo de control de gases y partículas.....	199
Programa seguimiento y monitoreo de control de ruido .....	201
Programa seguimiento y monitoreo agua de escorrentía.....	203
Programa seguimiento y monitoreo aguas residuales domesticas.....	204
Programa seguimiento y monitoreo sobre aguas mineras para reúso.....	205
Programa seguimiento y monitoreo de aguas para consumo .....	208
Programa seguimiento y monitoreo de revegetalización y paisajismo.....	209
Programa seguimiento y monitoreo de procesos erosivos .....	210
Programa seguimiento y monitoreo de disposición de estériles.....	211
Programa seguimiento y monitoreo a los residuos sólidos .....	213
Programa seguimiento y monitoreo al cierre y abandono .....	214
del proyecto minero .....	214
Programas de medio biótico.....	216
Programa seguimiento y monitoreo a la flora .....	216
Programa seguimiento y monitoreo para el aprovechamiento forestal .....	217
Programa seguimiento y monitoreo de fauna .....	218
Programas de medio socioeconómico .....	219
Programa seguimiento y monitoreo a la información y participación comunitaria ....	219
Programa seguimiento y monitoreo de contratación de mano de obra.....	220
Programa seguimiento y monitoreo a la educación y capacitación al personal vinculado.	221

<b>Conclusiones .....</b>	<b>223</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>225</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>226</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>231</b>

### Lista de tablas

Tabla 1 <i>Marco legal</i> .....	45
Tabla 2 <i>Coordenadas del polígono minero</i> .....	48
Tabla 3 <i>Pasos para la evaluación ambiental metodología Conesa Fernández. 2010</i> .....	51
Tabla 4 <i>Coordenadas de ubicación de las bocaminas</i> .....	54
Tabla 5 <i>Coordenadas área de labores en superficie</i> .....	62
Tabla 6 <i>Características estructurales de los mantos</i> .....	65
Tabla 7 <i>Inventario de puntos agua</i> .....	77
Tabla 8 <i>Resultados parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del nacedero</i> .....	80
Tabla 9 <i>Ubicación sitio de estudio estereográfico</i> .....	82
Tabla 10 <i>Valores totales mensuales de precipitación (mm) municipio de Nobsa estación Belencito</i> .....	85
Tabla 11 <i>Valores mensuales de temperatura (°C) estación Belencito</i> .....	86
Tabla 12 <i>Zona de vida en el área de estudio según la clasificación de Holdridge.</i> .....	87
Tabla 13 <i>Biomás y ecosistemas presentes en el área de influencia</i> .....	88
Tabla 14 <i>Unidades de coberturas de la Tierra y uso actual</i> .....	90
Tabla 15 <i>Determinación taxonómica y características biológicas de las aves reportadas e identificadas en el área de influencia.</i> .....	99
Tabla 16 <i>Clasificación taxonómica de mamíferos reportados para el área de estudio</i> .....	101
Tabla 17 <i>Clasificación taxonómica de reptiles y anfibios reportados para el área de estudio</i>	103
Tabla 18 <i>Variación poblacional en el municipio de Tópaga</i> .....	105
Tabla 19 <i>Cobertura de acueducto urbana</i> .....	108
Tabla 20 <i>Cobertura de acueducto rural</i> .....	108

Tabla 21 <i>Alcantarillado rural</i> .....	109
Tabla 22 <i>Cobertura de aseo urbano</i> .....	109
Tabla 23 <i>Población servida por acueducto, alcantarillado y aseo</i> .....	109
Tabla 24 <i>Distribución Juntas de Acción Comunal</i> .....	113
Tabla 25 <i>Valoración de la importancia del impacto</i> .....	123
Tabla 26 <i>Importancia del impacto</i> .....	124
Tabla 27 <i>Actividades sin proyecto minero</i> .....	125
Tabla 28 <i>Matriz de identificación de impactos sin proyecto</i> .....	126
Tabla 29 <i>Impactos identificados en el escenario sin proyecto</i> .....	128
Tabla 30 <i>Matriz de importancia sin proyecto por componente</i> .....	132
Tabla 31 <i>Etapas y actividades del proyecto minero que generan impactos ambientales</i> .....	134
Tabla 32. <i>Descripción de aspectos ambientales generados con el proyecto</i> .....	135
Tabla 33 <i>Identificación de impactos con proyecto</i> .....	137
Tabla 34 <i>Matriz de Importancia con proyecto por componente</i> .....	140
Tabla 35 <i>Porcentaje de atención a los impactos generados por el proyecto</i> .....	142
Tabla 36 <i>Tabla comparativa de evaluación de impactos sin y con proyecto</i> .....	150
Tabla 37 <i>Listado de programas de manejo ambiental</i> .....	160
Tabla 38 <i>Listado de programas de seguimiento y monitoreo</i> .....	198

### Lista de figuras

Figura 1	<i>Localización del título minero FHR-082</i> .....	47
Figura 2.	<i>Estructura de la bocamina existente</i> .....	54
Figura 3	<i>Estado actual de las vías de acceso al polígono minero</i> .....	55
Figura 4	<i>Nacederos y reservorios en el área de estudio</i> .....	56
Figura 5	<i>Infraestructura existente en el título minero FHR-082</i> . .....	58
Figura 6	<i>Túnel exploratorio</i> . .....	59
Figura 7	<i>Afloramientos del manto</i> .....	60
Figura 8	<i>Imagen del polígono de intervención en superficie dentro del área de estudio</i> . .....	62
Figura 9	<i>Cárcava presente en el polígono FHR-082</i> .....	79
Figura 10	<i>Macizo al cual se hizo levantamiento de diaclasas</i> .....	83
Figura 11	<i>Ecosistemas en el área de influencia del proyecto titulo minero FHR-082</i> .....	89
Figura 12	<i>Coberturas de la tierra para el área de influencia</i> . .....	91
Figura 13	<i>Cobertura de pastos limpios en el polígono minero</i> . .....	92
Figura 14	<i>Mosaico de pastos y cultivos en el área de influencia</i> .....	93
Figura 15	<i>Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales en el área del Título Minero FHR-082</i> .....	94
Figura 16	<i>Mosaico de cultivos con espacios naturales</i> .....	95
Figura 17	<i>Plantación forestal en el titulo minero FHR-082</i> .....	96
Figura 18	<i>Cobertura vegetal de Herbazal en el área de influencia</i> .....	97
Figura 19	<i>Arbustal en el área de influencia</i> .....	98
Figura 20	<i>Especies de aves en el área de estudio</i> .....	99
Figura 21	<i>Mapa zonificación de manejo</i> .....	158

Figura 22 Programa de manejo y control de gases y partículas .....	161
Figura 23 Programa manejo y control de ruido .....	163
Figura 24 Programa de manejo de aguas de escorrentía.....	165
Figura 25 Programa de manejo de aguas residuales .....	167
Figura 26 Programa de manejo de aguas mineras para reúso .....	170
Figura 27 Programa de manejo de aguas de consumo.....	172
Figura 28 Programa de manejo de revegetalización y paisajismo.....	173
Figura 29 Programa de manejo y control de procesos erosivos .....	175
Figura 30 Programa de manejo y disposición de estériles.....	178
Figura 31 Programa de manejo de residuos sólidos .....	180
Figura 32 Programa de manejo de cierre y abandono .....	184
Figura 33 Programa de manejo de flora.....	186
Figura 34 Programa de manejo de aprovechamiento forestal .....	187
Figura 35 Programa de manejo de fauna .....	189
Figura 36 Programa de manejo de información y participación comunitaria.....	191
Figura 37 Programa de manejo de contratación de mano de obra.....	193
Figura 38 Programa de manejo de educación y capacitación al personal vinculado al proyecto .....	194
Figura 39 Programa de seguimiento y monitoreo de control de gases y partículas .....	199
Figura 40 Programa seguimiento y monitoreo control de ruido .....	201
Figura 41 Programa seguimiento y monitoreo agua de escorrentía .....	203
Figura 42 Programa seguimiento y monitoreo aguas residuales domésticas .....	204
Figura 43 Programa seguimiento y monitoreo sobre aguas mineras para reúso .....	205

Figura 44 Programa seguimiento y monitoreo de aguas para consumo .....	208
Figura 45 Programa seguimiento y monitoreo de revegetalización y paisajismo .....	209
Figura 46 Programa seguimiento y monitoreo de procesos erosivos.....	210
Figura 47 Programa seguimiento y monitoreo de disposición de estériles .....	211
Figura 48 Programa seguimiento y monitoreo a los residuos sólidos.....	213
Figura 49 Programa seguimiento y monitoreo al cierre y abandono.....	214
Figura 50 Programa seguimiento y monitoreo a la flora .....	216
Figura 51 Programa seguimiento y monitoreo para el aprovechamiento forestal.....	217
Figura 52 Programa seguimiento y monitoreo de fauna .....	218
Figura 53 Programa seguimiento y monitoreo a la información y participación comunitaria..	219
Figura 54 Programa seguimiento y monitoreo de contratación de mano de obra .....	220
Figura 55 Programa seguimiento y monitoreo a la educación y capacitación al personal vinculado.....	221

**Anexos**

Anexo 1. Evaluación de impacto sin proyecto..... 231

Anexo 2. Evaluación de impacto con proyecto ..... 237



## **Introducción**

El proyecto minero de contrato único de concesión FHR-082 celebrado por la AGENCIA NACIONAL DE MINERÍA (ANM) a nombre del Señor Luis Abraham López Barrera, es un proyecto de explotación subterránea de carbón, localizado en el municipio de Tópaga (Boyacá), en dirección noroccidente del área urbana de este municipio. Toda el área del título minero se encuentra entre la jurisdicción de las veredas La Esperanza y San José. Las actividades a ejecutar en el título minero, es la extracción y explotación de mineral de carbón por medio de 2 mantos principalmente, utilizando el método de minería subterránea. El proceso para la explotación se realizara mediante 2 Bocaminas, las cuales una es existente y la otra es proyectada, también se cuenta con la presencia de un Boca viento cerca a la bocamina 1 existente.

El presente estudio tiene como finalidad identificar y evaluar los impactos ambientales, generados por la ejecución y operación del proyecto minero FHR-082, lo cual permite plantear medidas que sirvan o ayuden a contrarrestar los efectos; a su vez y con base a lo anteriormente mencionado, se elabora un Plan de Manejo Ambiental (PMA), el cual contienen alternativas que ayudaran a minimizar los impactos y a mejorar las condiciones ambientales del proyecto.

La metodología para el desarrollo del presente proyecto se basa en un estudio de tipo descriptivo, iniciando con la identificación de la zona ambiental de influencia del proyecto, tomada de información secundaria y la corroboración en campo, que permite realizar la caracterización de cada uno de los recursos demandados por el proyecto (abiótico, biótico y socioeconómico). Con esta información se establece los impactos ambientales significativos sobre los cuales se deben tomar medidas que prevengan, mitiguen, repararen o compensen, de manera que contrarresten los efectos ambientales generados por la ejecución y operación del proyecto minero FHR-082 y mejoren las condiciones medio ambientales.

Mediante la formulación del Plan de Manejo ambiental, se brinda la oportunidad de seguir realizando la explotación de carbón térmico en el municipio de Tópaga, ya que es una de las principales actividades de desarrollo económico de la comunidad, permitiendo una sostenibilidad económica de la mano con el medio ambiente.

La minería considerada como una de las actividades que mayor contaminación crea al medioambiente, debido a que su estructura está constituida con base en recursos no renovables, y se extiende en mayor medida cuando la actividad se realiza de manera ilegal. Con el presente estudio, también se busca fortalecer proyectos de minería responsable promoviendo el cumplimiento de las normas aplicables, que reduzcan el impacto sobre los ecosistemas y brinden a la comunidad del municipio la alternativa de sostenibilidad económica.

### **Planteamiento del problema**

¿Cómo minimizar y/o mitigar los impactos negativos al medio ambiente por las actividades de extracción y explotación de carbón subterráneo del proyecto minero FHR – 082, ubicado en el municipio de Tópaga – Boyacá?

La actividad de la minería se ha venido desarrollando desde hace mucho tiempo, para la obtención selectiva de minerales y otros materiales (Ministerio de Minas y Energía, 2003, p. 108). El incremento industrial ha conllevado a que se requieran grandes cantidades de combustible para la producción de energía, aquí el carbón juega un papel importante siendo este el combustible fósil más barato en el mercado.

Colombia, como el quinto país exportador de carbón más grande del mundo, con una participación en América Latina del 52,9% (4.554 millones de toneladas). Actualmente, se cuentan con 1.007 títulos equivalentes al 0,46% del territorio Nacional (520.610 ha). Para el año 2020, la producción de carbón fue de 48.2 M Ton (Agencia Nacional de Minería, 2021). Con estos datos se demuestra la dependencia económica y minera del país, situación que afecta el desarrollo económico de nuestro país.

En el departamento de Boyacá, la economía está establecida en diferentes actividades, desde el sector servicios, con el 10%, agricultura con el 30%, y la más distintiva es la minería con un 50%. Dentro de esta minería, los principales minerales de explotación son el hierro y la caliza utilizados en la industria, y las cementeras; el carbón y la esmeralda son los productos que más resaltan la economía del departamento de Boyacá.

El municipio de Tópaga se destaca como uno de municipios con alta actividad minera. Según estudios estadísticos del DANE, la extracción de los minerales de carbón en el municipio de Tópaga se caracteriza por ser intensivas, pudiéndose clasificar como de subsistencia y

pequeña minería. El carbón predominante en el municipio es el térmico, cuya demanda es principalmente las plantas termoeléctricas e industrias cementeras del departamento. En el municipio de Tópaga existen 48 títulos mineros de carbón (secretaría de Minas y Energía, 2020). La actividad minera en el municipio de Tópaga al igual que en el Departamento sigue siendo uno de las principales cadenas económicas de la región, que va en un incremento favorable debido a la riqueza geológica presente, permitiendo seguir desarrollando la actividad de explotación y comercialización de este mineral.

Sin embargo, esta actividad económica, como lo menciona UPME & Universidad de Córdoba (2015, p. 27), el “carbón a nivel mundial, es considerado como la fuente de energía que produce mayor contaminación en todas las etapas de su producción (minería, transporte, almacenamiento, preparación y transformación) y durante su consumo”, esta contaminación no solo afecta a las comunidades aledañas, también puede llegar a afectar directa e indirectamente a poblaciones y territorios lejanos, razón por la cual este tipo de actividades requiere la autorización de las entidades ambientales correspondientes para poder llevarse a cabo, en donde a través de una serie de requisitos y estudios se establezcan medidas de gestión que prevengan, mitiguen, corrijan y/o compensen los efectos ambientales del proyecto.

Boyacá, está clasificado como el cuarto productor de carbón, ya que produce el 3,21 % de la producción Nacional (Ministerio de Minas y Energía de Boyacá, 2020). Gran porcentaje de esta minería se realiza a pequeña y mediana escala mediante técnicas artesanales, caracterizada principalmente por el uso de pico y pala; en algunos otros casos se usan técnicas semi mecanizadas con herramientas como martillos neumáticos y compresores. Existe un alto grado de informalidad, según datos del Ministerio de Minas y Energía, sólo el 67% de las unidades mineras cuentan con título minero: el 50 % corresponde a unidades de producción minera a

pequeña escala y el 17 % a mediana escala (secretaría de minas y energía de Boyacá, 2020). Esta informalidad ha conllevado a que se manejen estándares de trabajo deficientes, donde no solamente se evidencian grandes impactos al medio ambiente, si no también afectaciones a la calidad de vida los trabajadores y de la comunidad en general.

El área del contrato minero FHR-082, localizado en el municipio de Tópaga, departamento de Boyacá, que busca ejecutar la extracción y explotación de mineral de carbón, extraído por medio de minería subterránea, cuenta con cobertura vegetal, natural primaria constituida principalmente por árboles de eucalipto. La hidrografía presente, aunque es escasa, ya que solo se observa una quebrada tiene un caudal considerable pequeño el cual desemboca en el Rio Chicamocha.

Con el desarrollo de la actividad económica del proyecto minero, estas características ambientales se modifican considerablemente, el aprovechamiento de los recursos estaría dado para las actividades propias de la minería, que si no se controlan y desarrolla bajo prácticas de minería responsable, cumpliendo todas las normas ambientales aplicables al contexto territorial de la minería artesanal y a pequeña escala, conllevaría a mayores afectaciones como la deforestación, la erosión, cambios en la calidad del suelo, alteración del cauce de la quebrada y destrucción de la flora y fauna del área.

Así, el presente trabajo busca que la organización pueda llevar a cabo su actividad económica, bajo los parámetros normativos ambientales legales, y así garantizar la identificación de los impactos potenciales que como consecuencia de la explotación minera de carbón existan sobre el medio ambiente del área de influencia y de esta forma formular acciones que permitan prevenir, compensar y restaurar paulatinamente, los impactos ambientales negativos que causen la actividad.

## **Justificación**

En la actualidad, la explotación de carbón térmico en el municipio de Tópaga - Boyacá, es la principal fuente de desarrollo económico de su población. La economía basada en esta actividad permite a la comunidad una sostenibilidad económica, pero lastimosamente no es sostenible con el medio ambiente; este tipo de minería es considerada en todas sus etapas de producción, desde la extracción hasta su comercialización y transformación, la que mayor contaminación ambiental genera, debido a que está constituida con base en recursos no renovables, lo que inevitablemente conlleva a alteraciones para el medio ambiente, afectando directamente a las comunidades ubicadas en la zona de influencia del proyecto, e indirectamente a poblaciones y territorios lejanos.

Estas afectaciones al medio ambiente se extienden significativamente cuando la actividad minera se realiza de manera ilegal. Boyacá, es el cuarto productor de carbón con zonas mineras a lo largo y ancho del departamento debido a su diversidad geológica, desafortunadamente también es uno de los departamentos donde los trabajos de exploración y explotación se realizan de manera ilegal, aumentando considerablemente las afectaciones al medio ambiente. A raíz de esta triste problemática en la región es importante apoyar esta clase de estudios, ya que permite fortalecer la conciencia ambiental al minero y ser una guía para la transición a la minería responsable y legalización de la minería tradicional, fomentando la adecuada gestión ambiental en las actividades propias de la minería.

Actualmente, en el área del contrato de concesión minera FHR-082 de carbón, se encuentra ubicada una bocamina inactiva. Para desarrollar las actividades propias de la exploración y explotación del área del proyecto minero, se requerirá realizar adecuaciones que conlleva a la modificación de los sistemas bióticos, abióticos y sociales tales como adecuación

de vías de acceso, tala de bosques, construcción de obras civiles para el levantamiento de la infraestructura, excavaciones, uso del suelo, agua, actividades que generan impactos al ecosistema de la región y a la comunidad en general.

Con el desarrollo del presente trabajo se busca que el proyecto minero tenga la herramienta básica para que pueda llevar a cabo la actividad de la extracción y explotación del mineral, garantizando que cada una de las actividades contempladas para llevar a cabo el proyecto tenga el menor impacto sobre el ecosistema directo y se conserve la biodiversidad en pro del desarrollo sostenible y ambiental del proyecto; de igual manera permita al municipio seguir avanzando en su desarrollo económico, brindando alternativas a la comunidad para generar ingresos y condiciones básicas para el desarrollo de la comunidad.

Para la comunidad del municipio, la minería es su economía básica: Por esto es importante propiciar la formalización minera, brindando oportunidades para la pequeña minería en Boyacá. La no formulación del Plan de Manejo Ambiental para el proyecto minero FHR-082, conllevaría no solo a los perjuicios sociales y ambientales que afectarían la economía del municipio y las alternativas de ingreso si no también dejando abierta la posibilidad para que se lleve a cabo la minería ilegal, donde no solamente se vería afectado el medio ambiente si no las condiciones de los trabajadores.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Formular el Plan de Manejo Ambiental PMA para la extracción y explotación de mineral de carbón subterráneo del contrato de concesión minera FHR-082 de carbón ubicado en el municipio de Tópaga del departamento de Boyacá.

### **Objetivos específicos**

Establecer la línea base ambiental en el área de influencia del proyecto minero FHR-082.

Evaluar los diferentes impactos ambientales generados por el desarrollo de la actividad minera en el área de estudio.

Formular el Plan de Manejo Ambiental PMA, diseñando las fichas de análisis de impacto para minimizar y compensar los peligros ambientales identificados.



## **Marco de referencia**

### **Estado del arte**

Para el desarrollo del presente estudio se hizo una búsqueda detallada de documentos e información secundaria de investigaciones, estudios relacionados y antecedentes del proyecto que permitieran ser guía para el desarrollo del mismo. A continuación, se describe la información y documentos más relevantes que son guía para el desarrollo del presente proyecto.

### ***Antecedentes***

El título minero de estudio fue concedido inicialmente a la señora MARÍA HELENA RINCÓN RICO, quién celebró con el Instituto Colombiano de Geología y Minería - INGEOMINAS un contrato de concesión de un yacimiento de carbón mineral nominado FHR-082, ubicado en la jurisdicción del municipio de Tópaga – Boyacá. Actualmente el título minero fue cedido por parte de la señora MARÍA HELENA RINCÓN RICO al señor LUIS ABRAHAM LÓPEZ BARRERA, trámite que se lleva adelantando en la Agencia Nacional De Minería (ANM).

El título minero de estudio se encuentra rodeado de otros títulos mineros otorgados por la Agencia Nacional de Minería, con fines de extracción de material para construcción y a su vez para la explotación de carbón en subterráneo.

### ***Contexto internacional***

SVS Ingenieros S.A. Plan de Gestión y Manejo Ambiental de la Unidad de Producción Alpacay - Arequipa – Perú. (SVS Ingenieros S.A, 2014). En el año 2014 la empresa consultora realiza para la empresa Minera Yanaquihua S.A.C., empresa dedicada a la actividad de explotación y beneficio de recursos minerales, el Plan de Gestión y manejo Ambiental (PGMA) bajo los parámetros normativos y guías del Ministerio de Energía y Minas de Perú,

contemplando medidas generales (minimizar y controlar la ejecución de prácticas ) y específicas (obras o acciones a implementar para mitigar y/o reparar efectos adversos en localizados y de carácter particular), así como actividades monitoreo y seguimiento sobre la calidad ambiental durante las operaciones de la U.P Alpacay. Con este proyecto, se brinda una visión general sobre el manejo de los impactos ambientales a nivel internacional.

### ***Contexto nacional***

VILLAMIL HERNÁNDEZ, Jordy Felipe. Estudio de Impacto Ambiental para la explotación de carbón dentro del área del contrato de concesión GC7-111 en el municipio LA Jagua de Ibirico en el departamento de Cesar. (Villamil, J, 2014). En el año 2014, con base a los lineamientos dados por CORPOCESAR para explotación de proyectos en minería, se desarrolló la formulación y desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental, en donde se identificaron y valoraron los efectos de la minería sobre los diferentes componentes ambientales, y de esta forma se plantearon los planes y programas que formularon medidas de prevención, mitigación, corrección y rehabilitación en busca de asegurar el desarrollo normal de la actividad minera, que garantizara el cuidado de los recursos naturales y el medio ambiente,. Este estudio sirvió como guía para la determinación de los planes de manejo ambiental asociados con la explotación de carbón.

### ***Contexto regional***

AVILA GALEANO, Andrea Julieth. Formulación del estudio de Impacto ambiental para la Mina de la Gobernación" en Pesca – Boyacá. (Ávila, A, 2018). En el año 2018, bajo los parámetros normativos de Corpoboyacá y la agencia Nacional de minería para la prórroga de autorización temporal OER-15431, concedido a la Gobernación de Boyacá, se desarrolló la base de exploración y se proyectó el manejo ambiental para las diferentes actividades de explotación

de la mina de asfaltita localizada en el municipio de Pesca-Boyacá, vereda Comunidad. Se realizó la caracterización cualitativa y cuantitativa del medio abiótico, biótico y socioeconómico, y posteriormente realizan el seguimiento a los impactos generados en el desarrollo de las actividades del proyecto, con el fin de determinar el área de influencia y sus niveles de sensibilidad ambiental que puedan afectar el área.

BELLO BERNAL, Nelsy Constanza. Formulación del Plan de Manejo Ambiental para la Formalización de Minería Tradicional OE9-16511 en el Sector del Alto de Jiménez, Vereda Morca, Municipio de Sogamoso (Bello, N, 2016). En el 2016 debido a la problemática de la informalidad minera del sector plantea la formulación del Plan de manejo Ambiental con el fin de mitigar, controlar y compensar las afectaciones sobre el medio ambiente. Este es realizado a través del reconocimiento general del área de estudio de la mina OE9-16511, establecer la línea base con los lineamientos técnicos, la evaluación de los impactos ambientales afectados por la actividad minera y finalmente formular el Plan de manejo Ambiental que permita formalizar la minería tradicional.

CASTIBLANCO GALVIS, María del Pilar. Actualización de plan de manejo ambiental para el proyecto minero Carbodiamante concesión 7241 (Castiblanco, M, 2016). En 2016 buscó actualizar el PMA del proyecto Carbodiamante, la cual cuenta con 3 bocaminas ubicadas entre los municipios de Samacá y Ráquira. Carbodiamante es una mina con 20 años de actividad minera que ha generado afectaciones a los recursos naturales en el área de influencia. Aunque cuenta con Estudio de Impacto Ambiental, este no denota la magnitud de las mediciones en campo. A partir del Estudio de Impacto Ambiental se cuantificaron los impactos ambientales identificados en la matriz, conllevando a plantear el plan de manejo ambiental en función que

permitieran prevenir, controlar, compensar y mitigar los impactos causados al medio ambiente, bajo los lineamientos de la normatividad legal vigente.

CARO LOPEZ, Claudia Carolina., TOCA CHAPARRO, Diana Lizeth. Realizar e implementar un plan de Manejo ambiental en la mina Arizona (Bocamina 3 y 4) ubicada en la vereda Modecá del municipio de Corrales, Boyacá (Caro, C., Toca, D, 2016). Este estudio realizado en el año 2016, presenta el plan de manejo ambiental para las bocaminas 3 y 4 de la mina Arizona, mina que ya cuenta con Licencia Minera para minería subterránea y que explota Carbón Térmico, ubicada en la Vereda Modeca Corrales – Boyacá. Con este estudio, se amplió el conocimiento acerca de las actividades propias de la minería, información que permitió proporcionar un mayor control a las acciones que sobrelleven a los daños ambientales, dando prioridad a los más significativos y así plantear medidas sobre estos, que prevengan y/o minimice los impactos dentro de la etapa de explotación.

NUVAN CELY, Jhonatan Andrés. Diseño de un Estudio de Impacto Ambiental para el Contrato de Concesión Minera Suasquida IDA-08593 de carbón localizadas en la Vereda San José en el Municipio de Tópaga del departamento de Boyacá. (Nuvan, J, 2017). En 2017 realiza el estudio de Impacto Ambiental, con base en los componentes abiótico, biótico y socioeconómico. La línea base inicia con la recolección de información primaria, continua con el trabajo de campo y posteriormente con su respectivo análisis, para determinar la Zonificación Ambiental con un análisis integral de los componentes abiótico, biótico. La Evaluación Ambiental, se hace con la metodología de la Matriz de Leopold para cuantificar las interacciones de los impactos ambientales; y por último se elabora el Plan de Manejo Ambiental PMA mediante la realización de fichas de manejó para cada uno de los Impactos Ambientales.

generados para garantizar la eliminación o mitigación de cada impacto contemplado en el estudio.

PATIÑO CHIA, Susan. Programa de Trabajos y Obras Mina "El Remanso" contrato de concesión FHR-082. (Patiño, S, 2014). Documento guía que se presentó en el año 2014 ante la agencia Nacional de Minería como requisito para poder celebrar el contrato de concesión minera del proyecto FHR-082 por parte de la autoridad minera. Este documento constituye una guía real para el desarrollo de la explotación minera, de acuerdo a los términos de referencia emitidos por la Agencia Nacional de Minería, dando un aprovechamiento integral del recurso que permita la ejecución y el seguimiento tanto interno como de los entes externos correspondientes.

## **Marco teórico**

### ***Minería subterránea***

La minería subterránea consiste en la extracción y transporte del material a través de túneles y galerías que alcanzan la superficie; en los cuales se busca un mínimo movimiento de material estéril. (Ministerio de Minas, Energía y Medio Ambiente, 2002, p. 47)

**Fases de los proyectos mineros.** El Ministerio de Minas y Energía en su Plan Nacional de Desarrollo Minero, establece las fases del ciclo minero, las cuales van desde la gestación del proyecto hasta su cierre y abandono, descritos a continuación:

***Gestación del proyecto.*** Constituye la fase inicial de un proyecto; la información básica se obtiene por medio de estudios de reconocimiento y de prospección geológica. Estos estudios identifican, a escala regional, las zonas con fuerte potencial minero e investigan el yacimiento delimitando las zonas más prometedoras que serán objeto de una exploración más amplia. Generalmente en esta fase se otorga el título minero que da a los particulares el derecho a

explorar y explotar el área. En este período el inversionista privado toma la decisión de contratar y explorar el área (UPME, 2002)

**Exploración.** La exploración de un yacimiento generalmente se efectúa en dos etapas, exploración general y exploración detallada; su duración depende de las características y tamaño del proyecto, y varía desde varios meses a 2 o 3 años. La fase de exploración comprende: la exploración de superficie, la exploración del subsuelo, el modelamiento geológico del yacimiento, la evaluación de las reservas y su calidad, la identificación de potenciales proyectos mineros y la definición de la viabilidad minera del área. (UPME, 2002)

**Exploración general.** Es la delimitación inicial de un yacimiento identificado, con evaluación preliminar de la cantidad y calidad. El objetivo es establecer las principales características geológicas del yacimiento proporcionando una indicación razonable de su continuidad y una primera evaluación de sus dimensiones, su configuración, su estructura y su contenido. El grado de exactitud deberá ser suficiente para decidir si se justifican posteriores estudios y una exploración detallada. (UPME, 2002)

**Exploración detallada.** Consiste en delimitar un yacimiento conocido, de forma detallada y en sus tres dimensiones, mediante el muestreo en varios puntos. La información obtenida permitirá decidir si debe procederse a un estudio de viabilidad minera. (UPME, 2002)

La fase de exploración generalmente concluye con la presentación del Estudio de Factibilidad Minera, en el cual se recopila la información geológico-minera obtenida desde el reconocimiento hasta la exploración detallada, se modela el yacimiento, se diseña la explotación, se determina el volumen de reservas recuperables, se evalúa la calidad técnica y la viabilidad económica del proyecto de explotación minera. Este estudio permite verificar todas las

informaciones geológicas, técnicas, ambientales, jurídicas y económicas relativas al proyecto, lleva a la toma de decisiones en materia de inversiones (UPME, 2002)

**Desarrollo.** Comprende el conjunto de actividades que permiten el acceso al yacimiento y el establecimiento de la infraestructura del proyecto. Incluye la adquisición de derechos y permisos para iniciar la explotación, el diseño detallado y construcción de las obras de infraestructura, el diseño y planeamiento detallado de la explotación, la compra de equipos y materiales, la preparación de presupuestos y la financiación del proyecto. Su duración también varía de acuerdo a las características y tamaño del proyecto, desde varios meses a 2 o 3 años. (UPME, 2002)

Después de efectuar todos los estudios de ingeniería básica y de detalle, comienzan los trabajos preparatorios del área donde se ubicarán la mina y las instalaciones. Entre las obras de infraestructura se destacan aquellas dirigidas al control de las aguas de escorrentía; las vías de acceso al área de explotación; las redes para el suministro de energía, agua potable y evacuación de aguas residuales; las edificaciones para oficinas y talleres de mantenimiento, y las instalaciones superficiales para el manejo y acopio del carbón. (UPME, 2002)

En proyectos donde los mantos afloran en superficie y las condiciones de la estructura geológica lo permite, las labores de desarrollo del yacimiento se confunden con las actividades de explotación. (UPME, 2002)

**Producción.** Tiene como objetivo la extracción, preparación y/o beneficio, transporte y comercialización del mineral. Es la fase de mayor duración, generalmente entre 10 y 30 años, dependiendo del nivel de reservas, tipo de explotación y condiciones de la contratación. (UPME, 2002)

***Desmantelamiento.*** Durante esta fase tiene lugar la disminución gradual de la producción, la elaboración del plan de cierre de la mina, el retiro de los equipos mineros, la disposición de activos y excedentes, el cierre y restauración de las excavaciones mineras, y las actividades para la prevención y mitigación de los impactos ambientales pos cierre de la operación. (UPME, 2002)

Tras finalizar la vida productiva de las explotaciones se pondrá en marcha el plan de desmantelamiento y clausura de las mismas. El plan incluye el desmantelamiento y demolición de las instalaciones que no cumplen ninguna función, el acondicionamiento de las bocaminas y tambores de ventilación, y la restauración de los depósitos de estériles, con miras a eliminar posibles fuentes de contaminación de las aguas, riesgos de accidentes, erosión de los terrenos, etc. (UPME, 2002)

En esta fase terminal del proyecto se previene el drenaje de aguas superficiales o subterráneas contaminadas hacia los cauces naturales, se toman precauciones para hacer frente a los futuros hundimientos de terrenos en las zonas explotadas y se completa la restauración de las áreas intervenidas por la minería, al tiempo que se inician las labores de seguimiento y control propias de la fase pos operacional. (UPME, 2002)

### ***Evaluación de impactos ambientales***

Los impactos ambientales en un proyecto de explotación minera, se dan principalmente en la fase de explotación, desde la construcción, montaje y desarrollo de obras y Trabajos de explotación subterránea. La evaluación de estos impactos ambientales se debe realizar con base en los impactos ambientales más significativos y rutinarios en los que se genere alteraciones que pueden ser tanto positivas como negativas sobre los componentes bióticos, abióticos y sociales del medio.



Los impactos más representativos en el área de minería subterránea están dados por: cambios en la calidad físico-química del agua, tanto superficial como subterránea, la remoción y cambio de uso del suelo, así como la pérdida de cobertura vegetal, lo que conlleva al desplazamiento de la fauna y la modificación del paisaje, generación de estériles y escombros, entre otros.

Para llevar a cabo la evaluación de impactos ambientales se requiere conocer cada una de las actividades que el proyecto minero genera para la construcción, montaje, explotación y desmantelamiento del proyecto y relacionarlos con los impactos potenciales que la actividad genera. Con base a esta información, se valora de manera cualitativa cada uno de los impactos generados que permitan establecer una magnitud y tener las referencias necesarias para adoptar las medidas de manejo ambiental acorde a las actividades específicas que generan el impacto o los impactos. Esta evaluación sirve de base para la realización del manejo ambiental. (Ministerio de Minas, Energía y Medio Ambiente, 2002, p. 58)

### ***Manejo de impactos ambientales***

Se presentan a través de fichas de manejo para cada uno de los componentes ambientales afectados y para las actividades del proyecto minero, desde la construcción, montaje y obras de Trabajo de Explotación, susceptibles de generar impactos. El titular minero deberá adaptar las medidas preventivas descritas en las fichas de manejo ambiental y precisará las que considere pertinentes de acuerdo a los impactos de su exploración particular para realizar un mejor proceso de gestión ambiental. (Ministerio de Minas, Energía y Medio Ambiente, 2002, p. 71)

### ***Seguimiento, monitoreo y evaluación***

Después de establecer las medidas de manejo ambiental se debe realizar un control y monitoreo ambiental de las actividades propuestas, con el fin de verificar la eficacia de la

ejecución de dichas medidas. Se realiza el monitoreo y evaluación a través de indicadores específicos, que permiten identificar los cambios que está generando el proyecto. Con estos resultados, se plantean acciones que permitan corregir, minimizar o mitigar las posibles afectaciones. (Ministerio de Minas, Energía y Medio Ambiente, 2002, p. 127).

### **Marco conceptual**

**Análisis de riesgo:** Estudio o evaluación de las circunstancias, eventualidades o contingencias que en el desarrollo de un proyecto, obra o actividad pueden generar peligro o daño a la salud humana, al ambiente o a los recursos naturales. (Min Ambiente, 2015).

**Calidad ambiental:** Estructuras y procesos ecológicos que permiten el desarrollo sustentable (o racional), la conservación de la diversidad biológica y el mejoramiento del nivel de vida de la población humana. También puede ser entendida como el conjunto de propiedades de los elementos del ambiente que permite reconocer sus condiciones básicas. (CAR, 2015).

**Desarrollo sostenible:** Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y el bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades. (Min Ambiente, 1994)

**Estudio de impacto ambiental EIA:** Es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que se requiera licencia ambiental de acuerdo con la ley. Este estudio deberá corresponder en su contenido y profundidad a las características y entorno del proyecto, obra o actividad. (ANLA)

Estudios de línea base: Programa de mediciones destinadas a establecer una descripción válida de las condiciones ambientales importantes para la toma de decisiones sobre la actividad, antes del desarrollo del programa o proyecto propuesto, por ejemplo, análisis de calidad del agua, estudios geológicos, fauna, vegetación, estudios socioeconómicos. (Glosario técnico minero, 2015, p. 64)

Evaluación de impacto ambiental: Conjunto de técnicas y metodologías encaminadas a valorar los impactos que sobre el medio producen determinados proyectos, obras o actividades. (ANLA)

Impacto ambiental: Cualquier alteración en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad. (Min Ambiente, 2015)

Medidas compensatorias: Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos. (Min Ambiente, 2015)

Medidas de corrección: Son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad. (Min Ambiente, 2015))

Medidas de mitigación: Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente. (Min Ambiente, 2015)

Medidas de prevención: Son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que puedan generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente. (Min Ambiente, 2015)

**Plan de manejo ambiental:** Es el plan, de manera detallada, establece las relaciones que se requieren para corregir, mitigar, controlar, compensar, y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en desarrollo de un proyecto, obra o actividad; incluye también los planes de seguimiento, evaluación y monitoreo y los de contingencia. (Min Ambiente, 2015)

**Plan de seguimiento y monitoreo:** Conjunto de decisiones y actividades destinadas a velar por el cumplimiento de los acuerdos ambientales por medio de seguimiento y observación de los fenómenos contaminantes del medio ambiente establecidos durante un proceso de evaluación de impacto ambiental. (Min Ambiente, 2015)

**Proyecto, obra o actividad:** Un proyecto, obra o actividad incluye la planeación, ejecución, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, e ensamblaje, mantenimiento, operación, funcionamiento, modificación, y desmantelamiento, abandono, terminación, del conjunto de todas las acciones, usos del espacio, actividades e infraestructura relacionadas y asociadas con su desarrollo. (Min Ambiente, 2015)

**Términos de referencia:** Son los lineamientos generales que la autoridad ambiental señala para la elaboración y ejecución de los estudios ambientales que deben ser presentados ante la autoridad ambiental competente. (Min Ambiente, 2015)

### **Marco legal**

En la Tabla 1 se enmarcan la legislación colombiana referente para la elaboración del presente estudio, relacionadas con los diversos aspectos a tratar:

**Tabla 1***Marco legal*

<b>Norma</b>	<b>Autoridad que la emite</b>	<b>Descripción de la Norma</b>
Constitución política de Colombia de 1991		Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Artículo 58. Declara de utilidad pública e interés social la industria minera en todas sus ramas y fases Artículo 84. No se podrán expedir permisos, licencias y ejercicio del título minero, sin perjuicio de la competencia de la autoridad ambiental.
Ley 09 de 1979	Ministerio de Medio Ambiente	Normas, procedimientos y medidas necesarias para preservar, restaurar, y mejorar las condiciones sanitarias que puedan afectar al medio ambiente.
Ley 99 de 1993	Ministerio de Medio Ambiente	Crea el SINA (sistema nacional ambiental)
Decreto ley 2811 de 1974	Ministerio de Medio Ambiente	Código nacional de los recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente.
Decreto 2041 de 2014	Ministerio de Medio Ambiente	Licencias ambientales
Decreto 1076 de 2015	Ministerio de Medio Ambiente	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
Ley 685 del 2001 Decreto 933 de 2013	Ministerio de Minas Ministerio de Minas	Código de Minas Formalización de minería tradicional
Resolución 1258 de 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Lineamientos y términos de referencia para las Actividades de Formalización de Minería Tradicional a la que se refiere el decreto 933 de 2013 y otras determinaciones.
Decreto 1886 de 2015	Ministerio de Minas	Reglamento de seguridad minería bajo tierra
Decreto 1072 de 2015	Ministerio de Trabajo	Sistema de gestión, salud y seguridad en el trabajo.

*Nota.* Normatividad ambiental, minera y de seguridad. Fuente. Autor, 2022

## **Marco geográfico**

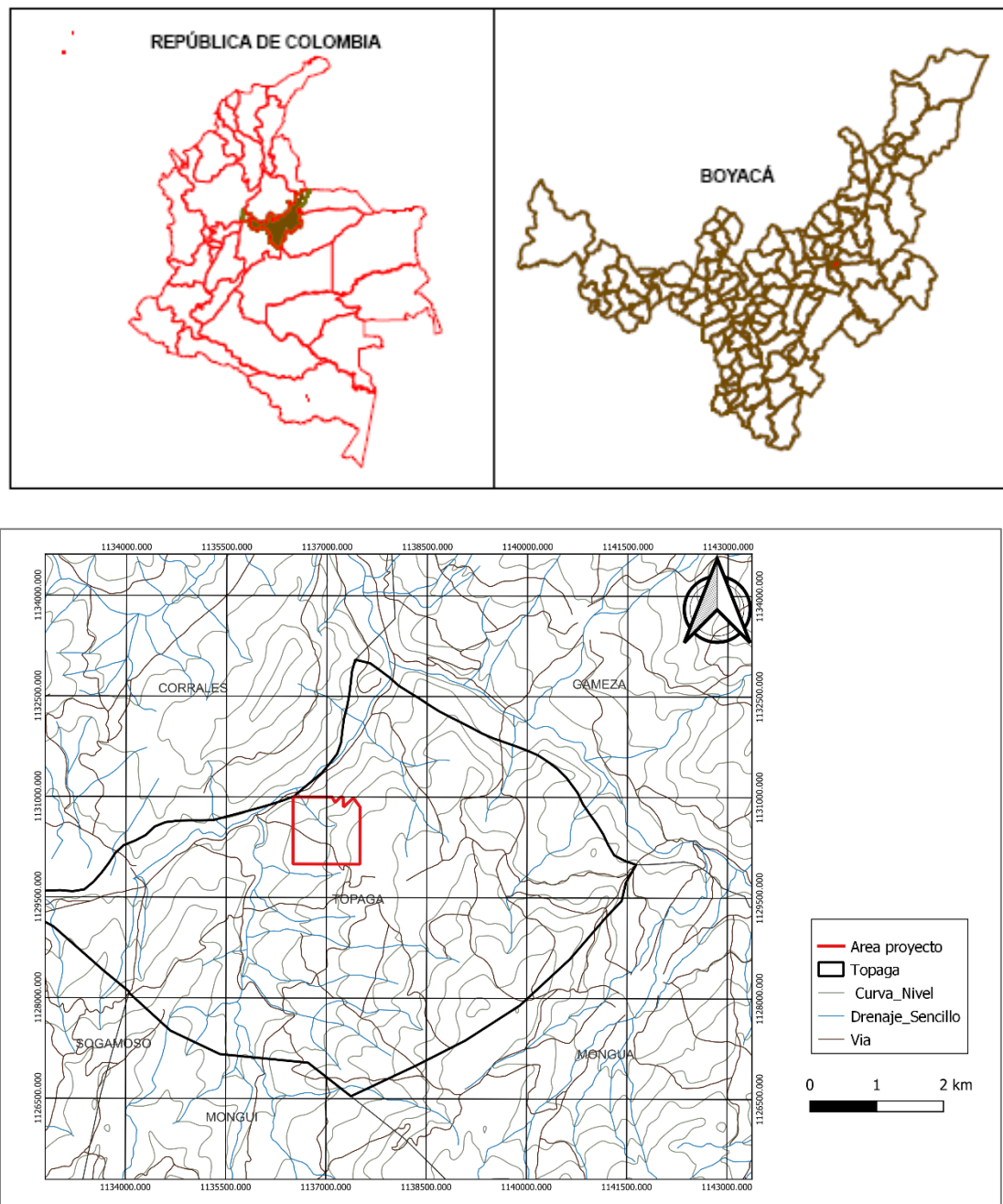
### ***Localización***

El área del Contrato Único de Concesión FHR-082, se localiza en jurisdicción del municipio de Tópaga, departamento de Boyacá, en las veredas la Esperanza y San José, en dirección noroccidente del área urbana de este municipio (Figura 1).

El polígono que define el contrato de concesión está referenciado según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en la plancha 172 correspondientes a las coordenadas geográficas con origen Bogotá definida por los siguientes puntos cartográficos de la Tabla 2.

**Figura 1**

*Localización del título minero FHR-082.*



**Nota.** Adaptado de la plancha 172 IGAC. Fuente. Autor, 2022

**Tabla 2***Coordenadas del polígono minero*

Punto	Proyectadas		Geográficas	
	N	E		
<b>PA</b>	1130744	1135980	5°46'37.86" N	72°50'59.55" O
<b>1</b>	1131000	1137246	5°46'46.11" N	72°50'18.39" O
<b>2</b>	1130851	1137253	5°46'41.26" N	72°50'18.18" O
<b>3</b>	1130986	1137400	5°46'45.64" N	72°50'13.39" O
<b>4</b>	1130853	1137500	5°46'41.30 " N	72°50'10.15" O
<b>5</b>	1130000	1137500	5°46'13.54" N	72°50'10.21" O
<b>6</b>	1130000	1136500	5°46'13.61" N	72°50'42.71" O
<b>7</b>	1131000	1136500	5°46'46.16" N	72°50'42.64" O
<b>8</b>	1131000	1137082	5°46'46.12" N	72°50'23.72" O
<b>9</b>	1130918	1137127	5°46'43.45" N	72°50'22.27" O
<b>10</b>	1131000	1137209	5°46'46.11" N	72°50'19.60" O

**Nota.** Tomado del registro de minería, 2019.

El área total de título es de 97,42576 Hectáreas localizado en la vereda La Esperanza.

### **Marco institucional**

El Proyecto FHR-082, es un contrato de concesión de un yacimiento de carbón mineral concedido por la Agencia Nacional de Minería al señor Luis Abraham López Barrera. Con el desarrollo del presente estudio, se brinda al titular minero una guía que sirva de herramienta de planeación y gestión para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos negativos y reforzar los impactos positivos que se puedan generar en el desarrollo de la actividad, y de esta manera se pueda cumplir con uno de los requerimientos exigidos por CORPOBOYACÁ para el trámite de solicitud de licencia ambiental.



## Metodología

### Diseño metodológico

Se realizó a través de un estudio de tipo descriptivo iniciando con la identificación de la zona ambiental de influencia del proyecto

### *Área de estudio*

El área del Contrato Único de Concesión FHR-082, se localiza en jurisdicción del municipio de Tópaga, departamento de Boyacá, en las veredas la Esperanza y San José, en dirección noroccidente del área urbana de este municipio.

### *Realización de línea base*

La línea base se desarrolla con el fin de establecer la descripción de las condiciones ambientales más relevantes para la toma de decisiones sobre la actividad. Esta se lleva a cabo por medio de tres etapas, descritas a continuación:

**Etapas pre campo.** Se consultó la información secundaria más relevante del área del proyecto, tanto directa como indirecta, teniendo en cuenta cada uno de los componentes biótico, abiótico y socioeconómico: información cartográfica oficial disponible en el IGAC y SIAC (Sistema de Información ambiental de Colombia) teniendo en cuenta el área de estudio, información del IDEAM y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en cuanto a guías de Zonificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas, fotografías satelitales e imágenes de sensores remotos, libro rojo de especies amenazadas de Colombia entre otros. También se contó con información de fuentes oficiales de índole local, regional y nacional, tales como el Plan de Ordenamiento Territorial - POT del municipio de Tópaga y el Plan de Trabajo y Obras – PTO del proyecto minero FHR – 082.

Con base a esta información se establecieron los puntos de interés tanto físicos, como

bióticos y socioeconómicos para el desarrollo del proyecto minero, que permitieron definir y delimitar el área de influencia, identificando los impactos ambientales significativos para cada uno de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

**Etapa de campo.** Se realiza el reconocimiento del área, con el fin de corroborar la información secundaria consultada, a través de recorridos en el área, identificando puntos de interés que permitan un levantamiento de la información veraz y acorde al área de interés.

Seguido se hace un levantamiento de información primaria, para cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico), teniendo como base la información y requerimientos técnicos del proyecto.

**Etapa pos – campo.** A partir de la interpretación de resultados del trabajo de campo, se realizó la caracterización de cada uno de los recursos naturales demandados por el proyecto: (biótico, abiótico y socioeconómico).

### ***Identificación y evaluación de los impactos***

A partir de la caracterización de cada uno de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos, se identificaron las actividades a desarrollar en el proyecto, para de esta forma, reconocer los componentes ambientales del medio posibles a ser alterados por las diferentes actividades.

Para la evaluación ambiental se desarrollaron en dos escenarios denominados “sin proyecto” y “con proyecto”, siguiendo la metodología de Conesa Fernández (2010)<sup>1</sup>, establecido bajo los siguientes pasos:

- Identificación de los impactos

---

<sup>1</sup> CONESA FERNANDEZ, Vicente. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Cuarta Edición. Madrid. 864 pp.

- Predicción de los impactos
- Evaluación de los impactos

**Tabla 3**

*Pasos para la evaluación ambiental metodología Conesa Fernández. 2010*

<b>Identificación de los impactos</b>	<b>Predicción de los impactos</b>	<b>Evaluación de los impactos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación y definición de los factores del ambiente</li> <li>• Identificación de actividades</li> <li>• Identificación y definición de aspectos ambientales.</li> <li>• Identificación y definición de impactos ambientales directos e indirectos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación de los impactos mediante la asignación de valores</li> <li>• Justificación</li> <li>• Elaboración de la matriz de impactos (Matriz de impactos ambientales vs actividades)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de la matriz de importancia</li> <li>• Análisis general de resultados de la evaluación ambiental</li> </ul>

**Fuente.** Conesa Fernandez, Vicente. 2010

Para la evaluación cualitativa de los impactos producidos por la explotación de carbón se utilizó la metodología de la Matriz de Importancia de Vicente Conesa, valorando el impacto ambiental generado por el conjunto de las acciones desarrolladas para el proyecto. Tabla 3.

#### ***Formulación del plan de manejo ambiental PMA***

Se diseñaron las fichas de manejo ambiental para cada uno de los impactos generados de los componentes ambientales: abiótico, biótico y socioeconómico, encaminadas a prevenir, mitigar, reparar o compensar los impactos ambientales potenciales del proyecto.

#### ***Establecer plan de control y seguimiento sobre el plan de manejo ambiental PMA***

Se establecieron acciones que permitieran realizar seguimiento y monitoreo a las actividades propuestas en las fichas de manejo ambiental, estableciendo estrategias a nivel

personal con la de educación ambiental al personal involucrado del proyecto minero FHR-082.

## Descripción del proyecto

### Características del proyecto

El proyecto a ejecutar en el título minero FHR-082, es la extracción y explotación de mineral de carbón, el cual será extraído por medio de minería subterránea. El proceso para la explotación se realizara mediante 2 bocaminas, de las cuales una es existente (Figura 2), y la otra es proyectada, también se cuenta con la existencia de un Bocaviento cerca a la bocamina 1. En la Tabla 4 se relacionan las coordenadas de la ubicación de la infraestructura anteriormente mencionada.

Para el proyecto se tiene proyectado la construcción de 2 tolvas para el cargue de los vehículos que transportaran el mineral extraído y de un botadero de estériles, un cuarto de herramientas, un sendero peatonal para el acceso del personal a las diferentes instalaciones del proyecto, una zona verde, un patio de maderas y por último la proyección de dos sistemas de tratamiento de agua residual minera y un tratamiento de agua residual doméstica.

Dentro de las adecuaciones a realizar a la infraestructura existente del proyecto, se contempla el mejoramiento de las vías existentes y de la vivienda a emplear para la estancia intermitente de los mineros.

La proyección de vida útil y sus explotaciones para el proyecto es de 24 años.

**Tabla 4***Coordenadas de ubicación de las bocaminas*

Punto	Proyectadas		Geográficas		Estado
	N	E			
<b>Bocamina 1</b>	1130377	1136529	5°46'25.88" N	72°50'41.74" O	Existente
<b>Bocamina 2</b>	1130477	1136555	5°46'29.13" N	72°50'40.89" O	Proyectada
<b>Bocaviento 1</b>	1130369	1136547	5°46'25.63" N	72°50'41.15" O	Existente

Fuente. Autor, 2022

**Figura 2.***Estructura de la bocamina existente*

Fuente. Autor, 2022

**Infraestructura existente***Infraestructura vial*

Para el acceso al área del título minero se toma como referencia el casco urbano del municipio de Sogamoso, de allí se toma la vía que conduce al municipio de Corrales. En este trayecto a la altura del Km 7, en el puente conocido regionalmente como el molino se desprende una vía que comunica a las veredas la Esperanza y San José, se toma esta vía y aproximadamente a una distancia de 1.2 Km se aparta a mano derecha, haciendo ingreso al área de influencia

directa del proyecto minero, actualmente esta vía de acceso cuenta con algunos puntos donde es necesario implementar obras para el mantenimiento y restauración con el fin de evitar daños e impedir el acceso al proyecto en épocas de invierno intenso.

Esta vía es el único acceso a emplear para el proyecto, por ende, se transportarán por este medio los minerales extraídos en el proyecto, los materiales a emplear y el personal a laborar.

### **Figura 3**

*Estado actual de las vías de acceso al polígono minero*



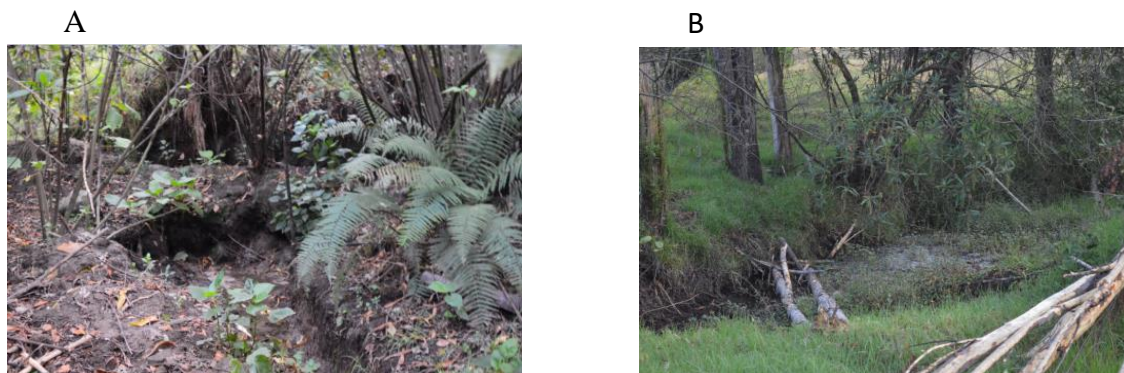
**Fuente.** Autor, 2022

### ***Infraestructura ambiental***

En el área del proyecto se localizan puntos de agua como nacedores y reservorios, como se muestra en la Figura 4.

## Figura 4

*Nacederos y reservorios en el área de estudio*



**Nota.** Fig. A. Nacedero en el área de proyecto. Fig. B. Reservorio en el área de proyecto. Fuente Autor, 2022

### ***Infraestructura social***

En el área de influencia del proyecto los asentamientos poblacionales son bajos, se cuenta una población aproximada de 5 familias, alrededor de 20 habitantes. La dinámica poblacional es descendente, dado que los habitantes del sector migran hacia los centros poblados más cercanos, en busca de oportunidades de estudio, trabajo, etc.

La mayoría de los habitantes del sector su actividad económica es la agricultura, se dedican a la siembra de cultivos de papa, arveja, cebolla y maíz. Como segunda actividad económica se encuentra la ganadería. Por último, parte de la población se dedica a la minería de carbón y arena.

En el área de influencia del proyecto no hay presencia de grupos poblacionales tales como indígenas, afrodescendientes, raciales o etc., además de bienes o zonas de interés cultural, por lo cual el desarrollo del proyecto no tendrá afectaciones sobre los mismos.



### ***Infraestructura minera***

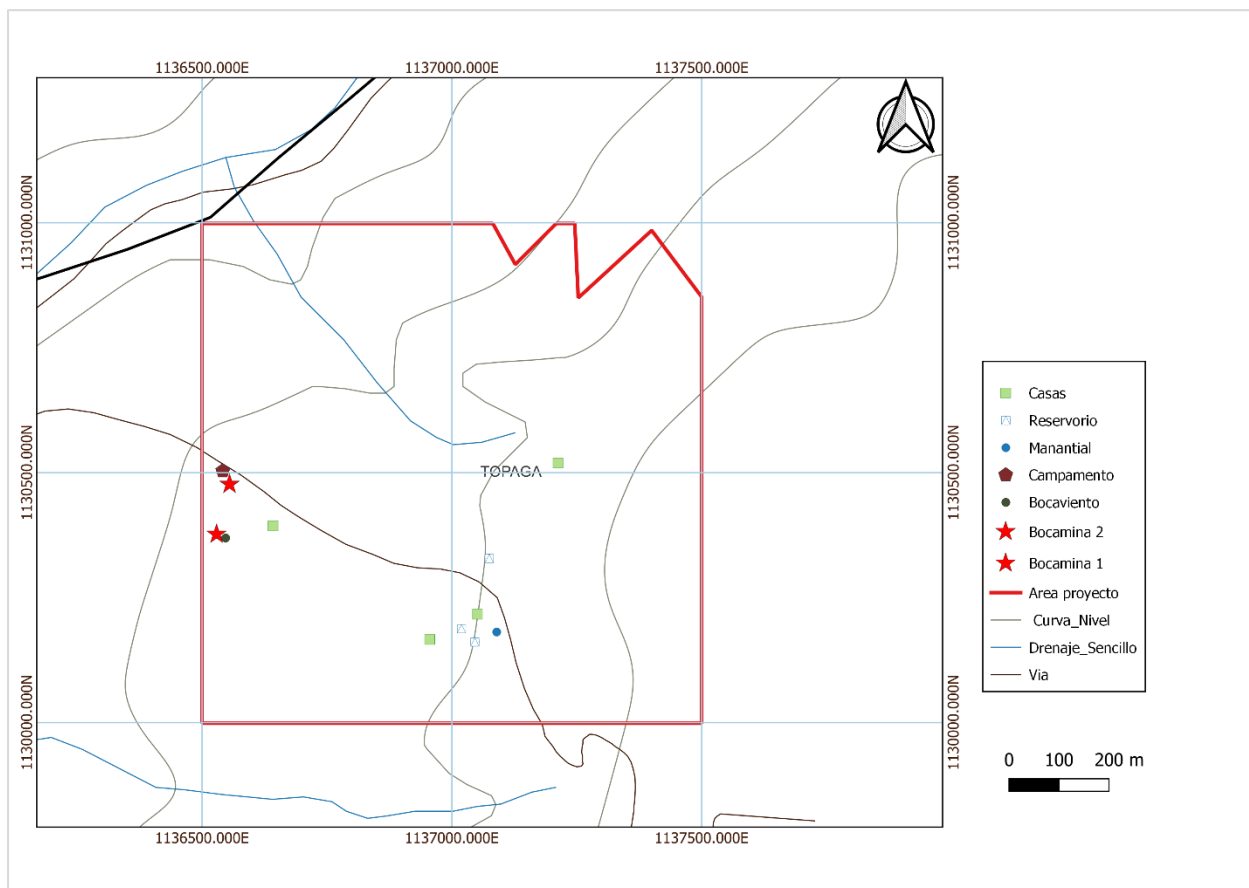
En la actualidad, en el área de concesión del proyecto minero FHR-182, se encuentra ubicada una bocamina y una casa la cual se va a adecuar como campamento minero, a continuación, se presenta la descripción y localización de las mismas:

**Campamento.** Dentro del planeamiento minero, se establece emplear una vivienda ubicada dentro del área de influencia directa en las coordenadas X=1136554 - Y=1130504 como campamento, el predio donde se encuentra ubicada es propiedad del titular minero y se le realizaran las correspondientes adecuaciones con el fin de que cumpla la función vital de estancia intermitente de los mineros que trabajaran en el proyecto.

**Bocamina.** Actualmente se cuenta con la infraestructura de una bocamina, la cual no se encuentra en labores, esta se adecuará con el fin de continuar el proceso de extracción, se encuentra ubicada en las coordenadas X=1136529 - Y=1130377. A su vez cuenta con un bocaviento contiguo a la ubicación de la bocamina 1, localizado en las coordenadas X=1136547 – Y=1130369, el cual también será adecuado según sea la necesidad.

**Figura 5**

*Infraestructura existente en el título minero FHR-082.*



**Nota.** Adaptado de la plancha 172. IGAC. Fuente. Autor, 2022

### **Descripción de las labores de investigación realizadas**

En el Programa de Trabajo y Obras – PTO, se recolectó la información a nivel regional como local, se obtuvieron los puntos de afloramientos de los mantos de carbón presentes en el área. De acuerdo a las normas establecidas por El SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, se llevó a cabo el plan muestreo de los mantos de interés, a los cuales se le realizaron los análisis correspondientes por intermedio del laboratorio INSPECTORATE COLOMBIA LTDA., ubicado en la ciudad de Sogamoso. Con toda la información levantada en campo se elaboraron el mapa y perfiles geológicos en los cuales se ubicaron los mantos de carbón encontrados.

### *Túneles o galerías exploratorias*

En la zona del proyecto se han adelantado algunos túneles exploratorios sobre el manto 2 y 3, como se observa en la Figura 6.

#### **Figura 6**

*Túnel exploratorio.*



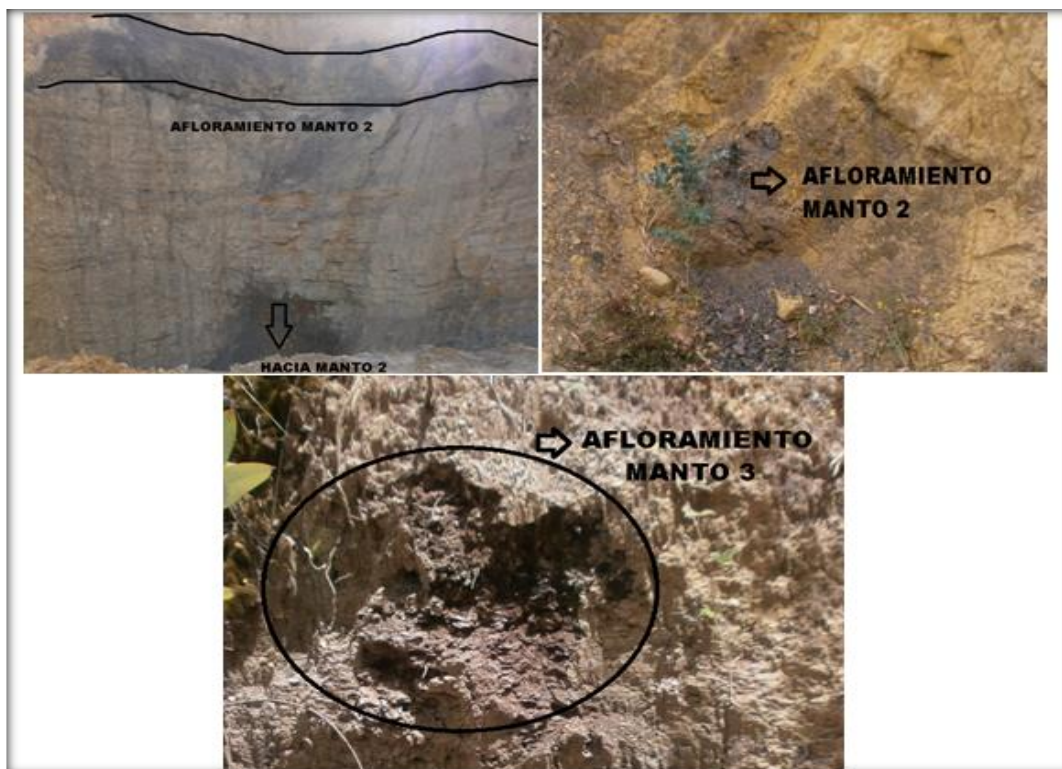
**Fuente:** Programa de trabajos y obras- FHR 082, 2014

### *Apiques y trincheras.*

Para la realización del estudio geológico se tomaron los datos de apiques en aquellos sitios donde se pretendía establecer espesor, calidad y continuidad de los mantos de carbón y utilizando algunas de las trincheras realizadas; la mayor parte de estos identificaron en las orillas de las vías de acceso dentro del área del contrato; y en las parte alta de la montaña en busca del sondeo de los mantos, haciendo en cada uno de ellos la descripción litológica de los estratos, determinando la relación de sus contactos y tomando los datos de rumbo, buzamiento y espesor, en la Figura 7, se pueden ver el afloramiento de los mantos.

## Figura 7

### *Afloramientos del manto.*



**Fuente:** Programa de Trabajos y Obras- FHR 082.

### *Estratigrafía del yacimiento*

La secuencia de estratos aflorantes en el área de estudio pertenece a la Formación Guaduas; miembro dentro del cual se encuentran 7 mantos de carbón económicamente explotables. En el polígono la Formación Guaduas se encuentra dividida en dos bloques: el bloque sur oriental (Bloque 2), que se levanta respecto al bloque noroccidental (Bloque 1), debido a la Falla de Gámeza.

En el área de estudio se identifican unidades litológicas correspondientes a la parte superior de la Formación Guaduas, la cual consta de una alternancia de arcillolitas y limolitas grises, areniscas de grano fino y mantos de carbón con espesores que van desde 2,0 m. a 3,40 m.

La descripción de base a techo para un espesor de 202,98 m es: 28 m. de arcillolita gris a negra fisible, intercalada con limolitas, con predominancia de las arcillolitas con respecto a las limolitas, le sigue un manto de carbón de 2,0 m. de espesor (Manto 1), continua 37,69 m. de arcillolitas y limolitas de tonos grises y amarillentos, seguidamente se encuentra un manto de carbón de 2,50 m. de espesor (Manto 2); posteriormente 10,50 m. de arcillolitas grises compactas, intercaladas con pequeñas láminas de arenisca gris oscura de grano fino, continua un manto de carbón de 3,00 m. de espesor (Manto 3 o Manto 3 Lajas); le sigue 25,50 m. de intercalación de arcillolitas oscuras, compactas, areniscas y una secuencia monótona de arcillolitas amarillentas, hasta un manto de carbón de 2,0 m. de espesor (Manto 4); continua 20,80 m. de una intercalación de arcillolitas amarillentas y areniscas de grano fino; continua un manto de carbón de 2,0 m. de espesor (Manto 5); 32,70 m. de arcillolitas color pardo a gris oscuro con intercalación de limolitas amarillentas, continua un manto de carbón de 1,80 m. de espesor (Manto 6) y le siguen 30,49 m. de una secuencia de arcillolitas grises intercaladas con limolitas hasta encontrar el ultimo manto de carbón aflorante en la zona de estudio de 4,00 m. de espesor (Manto 7).

### **Descripción del diseño del proyecto**

De acuerdo a lo descrito en el PTO del proyecto minero, el polígono cuenta con un área de labores en superficie de 0,79 ha, en donde ya existe la bocamina 1 y se realizará el montaje de las obras necesarias para la ejecución del proyecto, descritas en la Tabla 5.

**Tabla 5***Coordenadas área de labores en superficie*

Punto	Proyectadas		Geográficas	
	N	E		
1	1130529	1136529	5°46'30.83" N	72°50'41.73" O
2	1130518	1136572	5°46'30.47" N	72°50'40.33" O
3	1130436	1136555	5°46'27.80" N	72°50'40.89" O
4	1130418	1136566	5°46'27.21" N	72°50'40.53" O
5	1130361	1136547	5°46'25.36" N	72°50'41.15" O
6	1130361	1136527	5°46'25.36" N	72°50'41.80" O
7	1130344	1136512	5°46'24.81" N	72°50'42.29" O
8	1130371	1136500	5°46'25.69" N	72°50'42.68" O

**Fuente:** Autor, 2022.

Con ayuda de imágenes de *Google Earth* y con las coordenadas preexistentes se montó una imagen donde se observa el área de intervención en superficie y el área del polígono minero FHR-082 Figura 2.

**Figura 8***Imagen del polígono de intervención en superficie dentro del área de estudio.***Fuente.** Adaptado de Google Earth.

### ***Áreas de beneficio o transformación de materia sobrante***

El material a ser explotado en este caso carbón, será extraído en bruto, el cual será depositado en las diferentes tolvas para ser transportado. Para este proyecto no se realizará ningún tipo de beneficio o proceso de separación, molienda, trituración, lavado, concentración o transformación.

### ***Material sobrante del proceso minero***

Como material sobrante obtenido del proceso de extracción de carbón de tipo mineral, no es posible encontrar metales pesados ni sustancias químicas peligrosas que puedan ser aprovechadas económicamente o que por el contrario generen algún riesgo para la salud.

En el caso de la obtención de estériles provenientes del proceso de extracción de carbón de tipo mineral, su manejo se realizará a través de zonas de manejo de estériles (botaderos), con capacidad suficiente para almacenar material a extraer.

### ***Áreas para manejo de material sobrante***

Con el fin de prevenir los impactos ambientales negativos en suelos, cuerpos de agua y ecosistemas asociados, se construirá un botadero o escombrera que tendrá como función primordial el manejo y disposición final apropiada de estériles generados durante la excavación de las bocaminas.

### ***Cierre y rehabilitación o recuperación final***

Para las labores de minería, el proceso de cierre y abandono es de vital importancia, ya que tiene como finalidad la reconfiguración y recuperación paisajística del área intervenida, corrigiendo los impactos causados por la explotación de este tipo de mineral. Este proceso consiste en el desarrollo del plan de cierre Inicial y progresivo que se lleva a cabo durante las etapas de desarrollo y operación.

Estas actividades comprenden:

Desarrollo de los diseños de ingeniería para el desmantelamiento, demolición, salvamento, estabilización geomorfológica y paisajística.

Para elaborar el plan de cierre y abandono de la fuente de material, se partirá de las condiciones iniciales encontradas y descritas en la caracterización del área.

Cuando se termine la explotación de las áreas de las fuentes de material autorizadas en el área intervenida por la explotación del material, se deben realizar actividades que garanticen la restitución o adecuación paisajística y morfológica del ecosistema.

Es importante hacer zanjas perimetrales en el proyecto minero para evitar la entrada de aguas de escorrentía.

### ***Descripción del método de explotación***

**Métodos de explotación aplicables al yacimiento.** El objetivo fundamental del planeamiento minero es que posterior a la exploración de cada bloque, se realice una explotación técnica y racional en el área, de acuerdo a las características de los mantos. Para desarrollar el proyecto, en el Programa de Trabajo y obras del proyecto se han seleccionado tres métodos de explotación, teniendo en cuenta que las labores de la etapa exploratoria fueron de ayuda reconocimiento de las características y comportamiento de los mantos. Se tomó la opción de acceso por inclinados y se realizó el diseño de los métodos de extracción necesarios y los servicios mina.

Con base en las características estructurales del yacimiento se encontró en el área en un solo bloque el cual por nomenclatura del planeamiento se dividió en dos y se escogió el método de explotación acorde para estos.



Para la elección del método se involucraron parámetros físico-químicos como son: resistencia a la compresión simple, resistencia a la flexión, resistencia a la tensión; así como características geológicas como: espesor, buzamiento, respaldos, profundidad media de la explotación y separación entre mantos.

**Tabla 6**

*Características estructurales de los mantos*

Bloque	Parámetros	Mantos	
		Manto 2	Manto 3
<b>Bloque 1</b>	Espesor	2.5	3
	Buzamiento	25	25
	Rumbo	N25°E	N25°E
	Respaldo Ttecho	Arcillolita Gris	Arcillolita Gris
	Respaldo Piso	Arcillolita Gris	Arcillolita Gris
	Presencia de Agua	No	No
	RCS (Carbón)	15 Mpa	15 Mpa

**Fuente:** Programa de trabajos y obras- FHR 082, 2014

Además de los factores técnicos, se tuvieron en cuenta los aspectos económicos, sociales, ambientales y de calidades de los carbones en el área del contrato. En la Tabla 6, se presenta el análisis de calidades de algunas muestras tomadas en afloramiento. Su análisis indica que se posee mantos de muy buena calidad por lo que se debe diseñar un método que garantice una buena razón de explotación y produzca la menor incidencia en superficie, por lo tanto, se plantea como principal método de explotación el método de Cámaras con Ensanche en el Rumbo. Este método es aplicable en yacimientos inclinados y verticales (20° a 70°), con espesores de manto entre 0.6 m y 5 m, mantos y respaldos resistentes de tal forma que permitan el arranque seguro del carbón. El rendimiento de la explotación es aproximadamente de un 75%. A partir de los inclinados principales de transporte se dimensionan bloques por medio de dos niveles separados unos 20 m y preparados mediante tambores separados cada 20 m, la explotación se realiza en

retroceso o en avance, a medida que progrese la preparación, se atacan los dos machones superiores bajo el nivel superior a partir del primer tambor para obtener dos frentes de arranque, cada tambor se ensancha unos 7 m en los dos costados hasta formar una cámara de 16 m de ancho por 20 m de longitud. Se crean simultáneamente varios frentes de arranque, la línea de corte avanza aproximadamente 1 m por turno y consecutivamente se van instalando líneas de tacos con cabecera espaciadas cada 1 m. La línea del tajo está limitada en un costado por el frontón del carbón y en el otro costado por el espacio sostenido por tacos en madera, le sigue el otro frontón, luego el machón de protección y por último el derrumbe del tambor ensanchado. (PTO, 2014, p.79)

Para la futura explotación de este tipo de yacimientos se presentan tres alternativas las cuales de acuerdo a las variaciones de los mantos en profundidad pueden ser aplicadas a lo largo de toda la operación o eventualmente se puede pasar de un método al otro dependiendo del comportamiento de los macizos:

- Tajo corto con derrumbe dirigido.
- Tambores paralelos con arranque en tramos cortos.
- Cámaras con ensanche en el rumbo.

### ***Construcción y montaje***

#### **Instalaciones mineras.**

***Obras de infraestructura.*** La infraestructura proyectada para este proyecto está definida por obras que permitirán a los trabajadores tener un ambiente óptimo de trabajo y a su vez contar con los servicios básicos para el desarrollo de sus actividades.

Por esta razón los titulares desean realizar las siguientes obras con el fin de cumplir con los requerimientos básicos del proyecto.

**Campamento.** Actualmente el título cuenta una vivienda ubicada dentro del área de influencia directa en las coordenadas X=1136554 - Y=1130504, la cual se espera emplear como campamento, esta se encuentra en buen estado, sin embargo, se planea adecuar según las necesidades del proyecto, según las proyecciones y diseños del planeamiento minero del proyecto, el campamento contara con 2 habitaciones las cuales tendrán capacidad de alojar 12 personas, dos baterías de baños con su respectiva ducha. Una oficina de administración, sala, comedor, cocina y obras de servicios de saneamiento básico.

**Tolvas.** Para el almacenamiento del material extraído, se plantea la construcción de tovas sencillas, las cuales servirán para el transporte adecuado y en la calidad del mineral ya que esta evitará la contaminación que se presenta en los patios y permite la selección del mineral sin riesgo de contaminación.

**Botadero o escombrera.** Con el fin de prevenir los impactos ambientales negativos en suelos, cuerpos de agua y ecosistemas asociados, se construirá un botadero o escombrera que tendrá como función primordial el manejo y disposición final apropiada de estériles generados durante la excavación de las bocaminas.

**Senderos peatonales.** Se planea la construcción de dos senderos peatonales, que tendrán como finalidad permitir el ingreso o tránsito de los trabajadores y/o personal que se encuentre en la mina, desde el campamento hasta las bocaminas y demás locaciones.

**Cuarto de herramientas.** Para comodidad y organización del proyecto minero, se planea la construcción de un cuarto de herramientas.

**Sistema de tratamiento de agua residual de mina.** En los trabajos de explotación de minería subterránea se puede producir la aparición de agua por varios factores, el primero por la infiltración subterránea y la segunda por la escorrentía superficial. Es necesario evacuarla de la

infraestructura minera, ya que su presencia genera varios problemas de estabilidad y sostenimiento del terreno, y en las condiciones seguras de trabajo. Con el fin de controlar y mitigar la contaminación generada por el contacto que se produce entre el agua infiltrada con el mineral explotado, se diseña un sistema de tratamiento que permita mejorar las condiciones en la calidad del vertimiento a valores permisibles.

***Sistema de tratamiento agua potable.*** Para el aprovechamiento de agua potable en el desarrollo de las actividades del proyecto, se va a construir una planta de tratamiento.

## **Áreas de influencia**

El área de influencia es el espacio donde se manifiestan los impactos ambientales y sociales que se producen como consecuencia del desarrollo de las actividades mineras en el proyecto minero FHR-082. La definición de ésta área sirve para establecer y evaluar el impacto de las actividades de explotación de carbón.

Para esto, se realiza la caracterización ambiental del proyecto minero FHR-082, con el fin de delimitar el área donde se manifiestan los impactos ambientales generados por las actividades propias del proyecto, sobre los diferentes medios (abiótico, biótico y socioeconómico).

### **Caracterización del área de influencia del proyecto**

#### ***Medio abiótico***

La definición del área de influencia del medio abiótico se determinó de acuerdo a las consideraciones de afectación sobre el medio por el desarrollo de las actividades mineras, analizando cada componente.

#### **Geología**

***Geología regional.*** A nivel regional afloran algunas rocas de edad Cretácica y Terciaria principalmente; estas son representadas por las formaciones Ermitaño, Guaduas, Socha Inferior, Socha Superior y Picacho además de algunas unidades más recientes de origen cuaternario.

Estas unidades son descritas a continuación:

Formación Ermitaño (*Kse*): Esta formación se caracteriza por tener 3 miembros, el miembro inferior consta de chert negro y limolitas silíceas en capas de 10 a 15 cm; el miembro intermedio de aproximadamente 30 m lo compone de arcillolitas fósiles de colores grisáceas, con algunas intercalaciones de areniscas calcáreas en la parte inferior, mientras que en la parte superior se encuentran areniscas duras de color gris con granulometría fina. El tercer y último

miembro está formado por 80 m de Shale calcáreo con un banco de caliza lumaquélica con ostras.

Formación Guaduas (Tkg): Conjunto de estratos que contienen mantos de carbón que son explotables. Esta formación está compuesta por 2 miembros que son fácilmente diferenciables, el inferior conformado básicamente por arcillolitas fisiles y lutitas pardas negras, intercaladas con niveles arenosos de espesor variable. El miembro Superior consta básicamente de alternancias de niveles arcillosos grises y amarillentos con mantos de carbón de interés económico con espesores que varían de 0.6 y 4 m.

Formación Socha Inferior (Tpsi): Sucesión de areniscas aflorantes en la población Socha Viejo al NE de Paz de Río, en la parte inferior estas están constituidas por areniscas de grano medio a grueso-masivas, las cuales se encuentran intercaladas con niveles arcillosos y bancos de areniscas de grano fino y a veces conglomeráticas; la parte media tiende a ser más arcilloso, mientras que en la parte superior vuelve a ser arenosa con tamaño de granos finos a grueso, además de presentar estratificación cruzada, estas arenas se encuentran intercaladas con arcillolitas varicoloreadas.

Formación Socha Superior (Tps): Esta formación yace sobre las areniscas de la Formación Socha Inferior. Este nivel superior lo conforman arcillolitas abigarradas de colores grises claras a verduscas, alternadas con cuarzoarenitas de grano fino a grueso, en capas delgadas a gruesas. El techo de la formación lo constituyen arcillolitas grises con algunas fracturas rellenas de limolitas de color rojizo.

Depósitos Cuaternarios: Son todos aquellos materiales provenientes de la erosión de la cordillera, acumulados a partir del Terciario Superior hasta nuestros días. Corresponden a materiales aluviales antiguos, glaciales, coluviales y aluviales recientes, en muchos casos

combinados para formar depósitos mixtos. Regionalmente los depósitos cuaternarios abarcan grandes áreas. (Plan de trabajo y Obras del proyecto, 2014)

### **Geología estructural regional**

El municipio de Tópaga hace parte de la cuenca formada entre Sogamoso y Jericó, limitada al occidente por la Falla de Soapaga y separando el macizo de Floresta con el gran levantamiento al Noreste de Pisba y Cocuy.

Esta parte del departamento presenta una tectónica muy compleja presentándose una serie de pliegues representados en estructuras tales como sinclinales y anticlinales, estos cuerpos se encuentran dislocados por algunas fallas de tipo inverso que son generadas por el sometimiento a compresiones ocurridos durante la orogenia andina en el Mioceno.

El direccionamiento general de los pliegues y fallas es SW-NE y corresponden a la directriz tectónica de la Cordillera Oriental, las formaciones geológicas competentes que se encuentran en esta zona del país presentan un intenso fracturamiento y desplazamiento debido al alto grado y continuo tectonismo en la región.

La cobertura plegada está constituida por la serie Neocretácico-Terciario, que para la zona comprende las formaciones Guaduas, Socha Inferior, Socha Superior.

Algunas de las estructuras presentes en la región de Tópaga son mencionadas a continuación:

#### ***Fallas.***

Falla de Gámeza: Falla de tipo inverso con dirección NE-SW, donde coloca en contacto las areniscas de las Formaciones Socha Inferior, Picacho y Guaduas por encima de la Formación Socha Superior.

Falla de Tópaga: Falla inversa constituyendo el límite Suroriental del Sinclinal de Las Águilas donde al Norte de Tópaga pone en contacto los niveles carbonosos de la Formación Guaduas sobre las arcillas de la Formación Socha Superior. En el sector conocido como el Zanjón de Soaquida esta falla se disloca las areniscas de techo de la Formación Ermitaño sobre la Formación Guaduas.

Falla de Monguí: Se reconoce fácilmente la diferencia de topografía al suroeste de Tópaga, ya que se levanta la formación Ermitaño sobre la formación Guaduas. Esta falla es de tipo inverso y se encuentra buzando al sureste.

**Pliegues.** Las estructuras más representativas a nivel regional son descritas a continuación:

Anticlinal del Chicamocha: Pequeña estructura con dirección preferencial N45°E cuyo flanco Norte se encuentra enrodado y su flanco Sur se encuentra truncado por la falla de Gámeza, esta estructura se encuentra localizada en el sector centro oriente de la vereda San Juan Nepomuceno.

Sinclinal las Águilas: Estructura con dirección de rumbo N50°E buzando hacia el SW de gran importancia tectónica, este sinclinal puede almacenar agua subterránea más sin embargo falta determinar si la Falla de Tópaga que corta el costado oriental afecta las características del almacenamiento.

Plegamientos: Debido a la intensa actividad tectónica presentada por las Fallas Regionales de Gámeza y Tópaga se origina diversas estructuras de media y pequeña escala, como pliegues de presión que hacen que las direcciones predominantes varíen a lo largo de ciertas distancias.



## **Geología Local.**

**Lito estratigrafía Local.** El área de estudio del título minero FHR-082 se reconoció principalmente por la formación Guaduas que es la que contiene mantos de carbón que son económicamente explotables y comercializables, esta Formación se describe a continuación:

Formación Guaduas: Esta formación presenta una alternancia de material fino como arcillolitas y limolitas grises con areniscas de grano fino y algunos mantos de carbón con espesores que varían y oscilan entre los 2.0 m a los 3.40 m aproximadamente y donde se encontraron los siguientes mantos de base a techo:

Manto 1: manto de aproximadamente 2.0 m de espesor con una intercalación de 0.10 m de estéril, este manto se considera limpio y tienes los respaldos compuestos de arcillolitas y limolitas de tonos grises a amarillentos.

Manto 2: separado del manto 1 por aproximadamente 37.69 m de material arcilloso compacto de colores grisáceos con algunas pequeñas intercalaciones de areniscas de grano fino con colores grisáceos oscuros. El Manto 2 tiene un espesor de 2.5 m con una intercalación de 20 a 30 cm en el medio de arcillolita gris compacta.

Manto 3: manto nombrado como las lajas, y se encuentra a 10,50 del manto 2, esta separación es representada por arcillolitas oscuras de colores grises intercaladas con pequeñas láminas de areniscas, este manto es de aproximadamente 3.0 m de espesor con intercalaciones entre 15 y 20 cm, donde la primera intercalación se encuentra a 1.0 m de la base del manto, posteriormente sigue una continuidad de carbón de 1.0 y luego la segunda intercalación.

Manto 4: este manto tiene un espesor de aproximadamente 2.0 m presentando una intercalación de 10 cm algunos sectores y está separado del manto 3 por 25.50 m con una intercalación de arcillolitas amarillentas con areniscas de grano finos.

Manto 5: se encuentra a 20.80 m del manto 4, esta separación está compuesta por intercalaciones de arcillolitas colores grises a pardas con limolitas amarillentas. El manto tiene un espesor de aproximadamente 2.0 m y presenta una intercalación de 10 cm.

Manto 6: manto de carbón con un espesor promedio de 1.80 m de ancho, este manto 6 se encuentra a una distancia de 32.70 m del manto 5 donde se encuentra unas secuencias de arcillolitas grises intercaladas con limolitas.

Manto 7. Aflora en el área, con un espesor promedio de 4 m, posee dos intercalaciones de 10 a 20 cm cada una. Está separado del manto 6 por un paquete de intercalaciones de arcillolitas y limolitas de 30.49 m.

### **Geomorfología.**

***Geomorfología Regional y Local.*** La importancia del conocimiento de las formas del relieve, radica en que la conjugación de geoformas, que inciden en la formación de los procesos de evolución del suelo, el grado y tipo de amenaza natural, que permite determinar el tipo de cobertura vegetal, que favorece o restringe la posibilidad de desarrollo económico en cualquier actividad.

Para la zona de estudio, las unidades geomorfológicas se clasificaron en dos categorías: Estructural y Depositional; dentro de las cuales se encuentran tres diferentes unidades geomorfológicas.

**Laderas Estructurales:** Están conformadas en su totalidad por areniscas grises a amarillentas duras, pertenecientes a la Formación Socha Inferior; se localizan en la parte central y suroriental del área de estudio, sus estratos rocosos orientados de forma inclinada forman pendientes fuertemente empinadas que en algunos sectores superan el 80%.

Laderas de Erosión: Representada por surcos y cárcavas compuestas principalmente por materiales finos, estas son ocasionadas por procesos erosivos. Las cárcavas son definidas como fosas o zanjas que son desarrolladas en el terreno por agentes físico-químicos que contribuyen al modelamiento actual de la zona

Colinas: Se hallan en la parte central del área de estudio, están conformadas por materiales predominantemente arcillosos de color gris, con intercalaciones de carbón y con algunas zonas arenosas, correspondientes a la Formación Guaduas.

Los procesos geomorfológicos predominantes que los caracterizan son fenómenos activos que se manifiestan en diferentes grados de erosión.

Depósitos Aluviales: Son formaciones agradativas que se localizan principalmente en las márgenes de los ríos Chicamocha y Monguít, corresponde a llanuras con pendientes inferiores al 10%, apta para la agricultura y ganadería ya que presentan buena capa vegetal.

El área de estudio se localiza en la cordillera oriental, en el centro del flanco oriental, en un área donde alternan varias geofomas como laderas, colinas.

En general, el área refleja una topografía de suave a ondulada y ocasionalmente escarpada, esculpida en rocas, las cuales están compuestas generalmente de paquetes competentes de arcillolitas, limolítas y areniscas.

**Paisaje.** Se presenta un análisis sistémico de las características y componentes del paisaje presente en el área de estudio, la cual se encuentra ubicada en el área rural del Municipio de Tópaga, Departamento de Boyacá, en donde predominan las unidades de gran paisaje de montaña, lo cual permite tener una visión para definir las unidades del paisaje.

En cuanto a la vegetación dominante del territorio, se encontraron pastizales, zonas de cultivos, espacios de vegetación arbustiva. También se observó que la zona se favorece de la ganadería, siendo algunos mayores que otros.

Estas actividades diarias del hombre en la zona, hacen que el paisaje del área se modifique en estructura, composición y función, alterando visiblemente la continuidad del paisaje, observando así diferencias significativas en comparación con los paisajes naturales que presentan bajo grado de intervención.

Estos elementos interconectados en el área forman un paisaje de elementos naturales y antrópicos que imprimen características particulares tanto en el paisaje, como en sus interacciones bióticas y abióticas que forman matrices, parches y corredores dando como resultado unidades de paisaje, donde domina una matriz de cultivos y espacios naturales.

**Suelos.** Son suelos desarrollados a partir de rocas arcillosas en relieve ondulado e inclinado con erosión moderada a severa; ocupa la mayor parte del área de estudio, hacia el sector centro occidental.

La vegetación está representada por hayuelo, ciro, zarzamora, chio, y tuno. Estos suelos están dedicados básicamente a pastoreo y algunos cultivos temporales de trigo y cebada.

Se caracterizan por presentar suelos moderadamente profundos a superficiales de texturas finas y permeabilidad lenta; buena retención de humedad estructurados y bien drenados con erosión ligera a moderada.



Los colores predominantes de la parte superior hacia los horizontes más profundos son pardo muy oscuro, pardo grisáceo muy oscuro, pardo amarillento oscuro, pardo rojizo oscuro, gris y rojo amarillento.

**Hidrología.** En el área de intervención indirecta del proyecto se localizan puntos de agua

como nacederos y reservorios, sobre el cual se debe tener un cuidado especial durante el desarrollo de las actividades mineras, en la Tabla 7 se describen los cuerpos de agua presentes en el polígono minero FHR-082, ubicados en la figura 5. Infraestructura existente en el título minero FHR-082.

**Tabla 7**

*Inventario de puntos agua*

Punto	Tipo	Localización		Usos	Registro Fotográfico
		Este	Norte		
<b>Nacadero 1</b>					
1	Nacadero	1137073	1130183	Consumo humano, Riego	
<b>Reservorio 1</b>					
2	Reservorio	1137006	1130168	Abrevadero y Riego	



**Figura 9**

*Cárcava presente en el polígono FHR-082.*



**Fuente.** Autor, 2022

**Calidad del agua.** En el año 2019, el titular minero realizó pruebas de laboratorio de aguas en el nacedero. Aunque es área de influencia indirecta, se presenta esta información , debido a que las actividades propias de la actividad minera pueden afectar e influenciar este nacimiento para el uso de la comunidad. El muestreo se realizó en el nacedero localizado en las coordenadas X: 1137073 Y: 1130183, este cuerpo de agua se localiza en la vereda San José del municipio de Tópaga – Boyacá.

Los resultados arrojados se compararon con los contemplados en la resolución 2115 de 2007, y sirven de guía para establecer la calidad del agua y las posibles afectaciones por factores externos, los cuales se encuentran detallados en la Tabla 8.

**Tabla 8***Resultados parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del nacedero*

Descripción	Expresión	Valor Obtenido	Valor Max. Aceptable	Método
Análisis en campo (A)				
Caudal (aforo) (A)	L/s	0,061	N.E	Volumétrico
Conductividad (A)	Microsiemens/cm	195,6	1000	SM 2510 B
pH (A)	Unidades de pH	6,33	6,5 a 9,0	SM 4500-H <sup>+</sup> B
Temperatura (A)	°C	16,3	N.E.	SM 2550 B
ANÁLISIS EN LABORATORIO				
Color aparente /A)	UPC	5,84	15	SM 2120 C
Turbiedad (A)	UNT	2,24	≤2	SM 2130 B
Alcalinidad total (A)	mg CaCO <sub>3</sub> /L	4,32	200	SM 2320 B
Calcio	mg Ca/L	10,79	60	SM 3500 - Ca B
Fosfatos /A)	mg PO <sub>4</sub> /L	<0,04	0,5	SM 4500 - P B D
Manganeso	mg Mn/L	<0,05	0,1	SM 3500 -Mn B
Molibdeno (A)	mg Mo /L	<0,008	0,07	SM 3030 E, 3120 B
Magnesio	mg Mg/L	5,82	36	SM 3500 - Mg B
Zinc (A)	mg Zn/L	0,073	3	SM 3111 B
Dureza total (A)	mg CaCO <sub>3</sub> /L	51,20	300	SM 2340 C
Sulfatos (A)	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L	<3,83	250	SM 4500 SO E
Hierro total	mg Fe /L	<0,05	0,3	SM 3500 - Fe
Cloruros (A)	mg Cl <sup>-</sup> /L	32,05	250	SM 4500 - Cl B
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	42,30	10	SM 4500 - NO B
Nitritos (A)	mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L	<0,018	0,1	SM 4500 - Mg B
Aluminio	mg AL/L	<0,05	0,2	SM 3500 - Al B
Fluoruros	mg F <sup>-</sup> /L	0,10	1,0	SM 4500 - F - D
Carbóno orgánico total (COT)	mg /L	3,77	5,0	Espectofotométrico
Coliformes totales	UFC / 100 cm <sup>3</sup>	4200	0	SM 9222 J
E. Coli	UFC / 100 cm <sup>3</sup>	2900	0	SM 9222 J

**Fuente:** Analizar, 2019

En el cuerpo de agua de estudio (Nacedero) se registraron valores de pH de 6,33 valor que tiende a ser neutro, propio de estos ecosistemas (Roldán, 1992). Esta variación no perjudica la vida acuática y son el resultado de la alta estabilidad del medio. (Machado y Roldán, 1981).

La temperatura del agua presentó un valor medio de 16.3°C. La dureza total presentó un valor de 51,20 mgCaCO<sub>3</sub>/L. El nitrógeno en sus tres formas (Nitrato, nitrito y amonio) presentó valores altos, esto debido a que las aguas son ricas en lechos de nutrientes y por la región perturbada por el hombre (agricultura aledaña).



En relación con las variables coliformes totales y coliformes termotolerantes se evidencio que los valores 42000 UFC/100mL y 29000 UFC/100mL mostrando valores altos, esto se debe a la presencia de ganado en inmediaciones del cuerpo de agua.

En conclusión, los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para el cuerpo de agua de estudio (nacedero) pueden clasificarse en términos generales como aguas de buena a moderada calidad.

**Hidrogeología.** En el área se encuentra principalmente la Formación de Guaduas la cual está en el subsuelo del título minero FHR-082, la zona de interés se encuentra constituida principalmente por arcillolitas fisiles y limolitas varicoloreadas, la mayor parte de esta formación geológica es impermeable por el tipo de litología fina ya que presenta poca porosidad y espacios intersticiales haciendo que los fluidos no logren filtrarse o desplazarse con facilidad, sin embargo, las capas de areniscas pueden constituir pequeños acuíferos locales. En general la Formación Guaduas se comporta como un Acuitardo.

**Geotecnia.** Para el desarrollo de un proyecto minero se deben determinar ciertos parámetros generales de la zona, como lo es la topografía, geología regional y otros particulares como lo son las características geomecánicas del macizo rocoso, con base en estas se pueden determinar si el macizo rocoso se comporta como una roca o como un suelo, lo cual, es esencial para la determinación del posterior diseño de explotación, además el conocimiento geotécnico del área nos provee la información necesaria para clasificar el material, fijar criterios, sostenimiento a emplear en las diferentes labores del yacimiento, usos, índices de calidad, etc.

***Representación gráfica de la estructura geológica.*** Este es uno de los métodos de investigación que tiene mayor importancia en cuanto al comportamiento del macizo rocoso.

Con el fin de determinar la dirección de estas fisuras o diaclasas y prever la incidencia que éstas puedan tener sobre el macizo, en el Plan de trabajo y obras del proyecto se recurrió a la toma de dirección y buzamiento de algunos grupos de diaclasas presentes en la zona de estudio para una posterior proyección estereográfica por medio del software DIPS, programa que les determino la orientación, polos y familias de diaclasas predominantes en la zona, objeto del presente estudio, determinara la orientación, polos y familias de diaclasas predominantes en la zona, objeto del presente estudio, el macizo presentó un grado de fisura medio, en el frente de explotación se realizó la toma de 40 diaclasas con el fin de determinar el rumbo y el buzamiento del sistema (s) predominante (s) en la zona. La aplicación de estos factores en el análisis de las diaclasas tomadas en la zona se puede observar en la Tabla 9. Estas discontinuidades se tomaron en campo en línea recta en las siguientes coordenadas

**Tabla 9**

*Ubicación sitio de estudio estereográfico*

Punto	Coordenadas	
	X	Y
<b>1</b>	1.130.411	<b>1.136.557</b>
<b>2</b>	<b>1.130.397</b>	<b>1.136.552</b>

**Fuente.** Plan de trabajo y obras del proyecto, 2014

## Figura 10

*Macizo al cual se hizo levantamiento de diaclasas*



**Fuente.** Plan de trabajo y obras del proyecto, 2012

Debido a que hay una excavación grande como se observa en la Figura 10 la cual es un talud de 20 m aprox. de altura el cual deja ver el manto 3 y un poco del dos, se realizó el levantamiento de estructuras en superficie en todo lo que comprende el paquete de arcillolitas y láminas de arenisca que separan los dos mantos.

Después de realizar el análisis de las diaclasas tomadas en la zona en el PTO, se concluye que se presentan 3 familias de discontinuidades predominantes. El hecho de que se presenten tres familias de discontinuidades implica que su importancia en la estabilidad de los techos de los túneles puede ser muy amplia puesto que un macizo con tantas familias de discontinuidades puede presentar problemas de cuñas verticales o cuñas laterales deslizables o caída de un bloque de gran tamaño por la intercepción de estas familias.

Para la determinación de los esfuerzos (direcciones) en el macizo rocoso en el PTO se tomaron como base las familias o centros de área de mayor frecuencia estadística del diagrama de polos de los planos más importantes del área estudiada. El área de estudio esta únicamente

delimitada por la falla de Gámeza por lo tanto la zona de estudio no se encuentra alguna falla geológica y en las únicas estructuras que se pueden observar son monoclinales por lo tanto estas familias se relacionan con el mismo evento tectónico.

***Propiedades de las rocas.*** La estabilidad de un macizo rocoso depende de las condiciones estructurales que posee el macizo rocoso y de la relación que existe entre los esfuerzos generados en la roca y su resistencia.

En el PTO del proyecto minero se realizaron pruebas de laboratorio que permitieron determinar los esfuerzos de la roca a compresión y de tracción y establecer la reacción de una probeta de roca a la gama completa de condiciones de esfuerzo, información para la aplicación de un criterio de ruptura, arrojando los siguientes resultados:

Propiedades mecánicas:

- Resistencia a la compresión simple ( $\sigma_c$ ). Los resultados de ensayo son:  
-RCS= 50.82 Mpa
- Resistencia a la tracción ( $\tau$ ). Su valor se estima como 1/12 de la resistencia a la compresión. ( $\tau$ )= 4.23 Mpa

Índice de calidad de la roca (RQD).

Para estas pruebas se obtienen un resultado con calidad del 85,3%, lo que significa que es calidad muy buena.

### **Atmosfera.**

***Clima.*** El título minero se localiza en las veredas San José y la Esperanza, esto en el municipio de Tópaga, entre 2600 y 2800 metros sobre el nivel del mar. Para determinar las condiciones climáticas del sector donde ubica el polígono minero, se tuvo en cuenta información de las estaciones meteorológicas presentes relativamente cerca al entorno del área de estudio.

Estaciones climáticas localizadas en el municipio el municipio de Nobsa (estación Belencito), resultados de 29 años que comprende desde 1981 a 2010.

A continuación, se describen los regímenes de los principales fenómenos climáticos; precipitación, temperatura, brillo solar, fenómenos que determinan las condiciones climáticas presentes en el área de estudio, además ayudan a la clasificación climática de dicha área.

**Precipitación.** El comportamiento de la precipitación a través del año es de tipo bimodal, según los datos registrados en la estación de Belencito- Nobsa ver Tabla 10 siendo los meses de mayor pluviosidad marzo a mayo y de septiembre a noviembre. Los periodos secos se dan entre los meses de Diciembre a Febrero y entre Junio a Agosto. Anual se registraron valores de 819,3 mm.

**Tabla 10**

*Valores totales mensuales de precipitación (mm) municipio de Nobsa estación Belencito*

P r e c i p i t a c i ó n (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
33,0	37,0	77,1	115,3	108,3	53,9	50,9	44,4	64,1	102,7	88,0	44,7	819,3

Fuente: IDEAM 1981-2010

**Temperatura.** La temperatura media registrada en la estación Belencito- Nobsa es de un promedio anual de 15,6 °C, donde la temperatura máxima media es de 16,2 °C que se registra en el mes de Marzo ver Tabla 11. Los meses de mayor registro de temperatura son los meses de Enero a Abril, los siguientes meses Mayo a Julio la temperatura desciende, pero a partir del mes de Agosto a Diciembre la temperatura incrementa exponencialmente, presentándose un comportamiento bimodal en la temperatura, es decir dos periodos de altas temperaturas separados por un periodo de frío.

**Tabla 11**

*Valores mensuales de temperatura (°C) estación Belencito*

<b>Temperatura media (°c)</b>												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>15,8</b>	16,1	16,2	16,0	15,7	15,3	14,9	15,0	15,1	15,4	15,8	15,6	15,6

**Fuente:** IDEAM 1981-2010

**Inventario de fuentes de emisiones atmosféricas.** Se identifican y describen las fuentes de emisiones atmosféricas existentes en la zona: fijas, móviles en el área de influencia abiótica del proyecto.

**Fuentes fijas.** A partir de recorrido de campo sobre el área de influencia se identificó que el área se caracteriza por ser un sector poco poblado, no obstante, se evidenció la presencia de dos unidades habitacionales, donde la población realiza actividades que genera emisión de gases y/o material particulado. Prácticas como la incineración artesanal de residuos sólidos, ducto de emisión por la cocción de alimentos con leña, equipos de bombeo de agua, tractoreo de terrenos para la siembra.

**Fuentes móviles.** Respecto a las fuentes de emisiones móviles a lo largo del área de influencia, intervienen vías terciarias y de cuarta categoría en las cuales el flujo vehicular es limitado, tendiendo a nulo.

### **Componente biótico**

A continuación, se describe y caracteriza cada uno de los componentes naturales del medio biótico de la totalidad del polígono minero FHR-082. Estos componentes se agruparon en ecosistemas terrestres (flora y fauna) y los ecosistemas acuáticos presentes constituidos por las comunidades periférica, fotoplanctónica y macrófitas acuáticas.

A partir de la información primaria y secundaria en el área de influencia, para cada uno de los ecosistemas, tanto terrestre como acuático se determinó su composición, cobertura, estructura y usos sobre las especies reportadas. Se reportaron las principales especies con categoría de amenaza y/o endémica.

### **Ecosistemas terrestres.**

*Clasificación de ecosistemas según mapa nacional de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia.*

Zonas de vida: De acuerdo a la clasificación de Holdridge (1978), en el municipio de Tópaga se presentan las zonas de vida bosque húmedo montano bajo (bh-MB) teniendo en cuenta una biotemperatura entre 12 y 17 °C, una precipitación media anual entre 1000 y 2000 mm y una elevación entre 2.000 y 3000 m.s.n.m. (Tabla 12).

**Tabla 12**

*Zona de vida en el área de estudio según la clasificación de Holdridge.*

<b>Zona de vida</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Altura sobre el nivel del mar (msnm)</b>	<b>Precipitación promedio anual (mm)</b>	<b>Temperatura promedio anual (°c)</b>
Bosque Húmedo Montano Bajo	Bh-MB	2000-3000	1000-2000	12-17

**Fuente:** Holdridge (1978). Ecología Basada en Zonas de Vida

Los terrenos de esta zona de vida son de alta la productividad, sin embargo, en la actualidad se han arrasado ciertos bosques y las cuencas de los ríos son escasas en temporadas secas.

La vegetación natural primaria está formada principalmente por árboles de eucalipto. Las especies nativas tienen una regeneración natural, y son de crecimiento moderado.

Ecosistemas: De acuerdo con el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y marinos de Colombia (IDEAM, 2007), se registra un área total de 163,96 hectáreas, de las cuales el 70%

del área se localiza en el ecosistema de áreas agrícolas heterogéneas del orobioma medio de los andes seguido de herbazal del orobioma medio de los andes junto con el 18%, bosque plantado con el 9% y Pastos del orobioma medio de los andes con 3%. La Tabla 13, presenta los ecosistemas que componen el área de influencia del proyecto, con su respectivo porcentaje de áreas.

**Tabla 13**

*Biomass y ecosistemas presentes en el área de influencia*

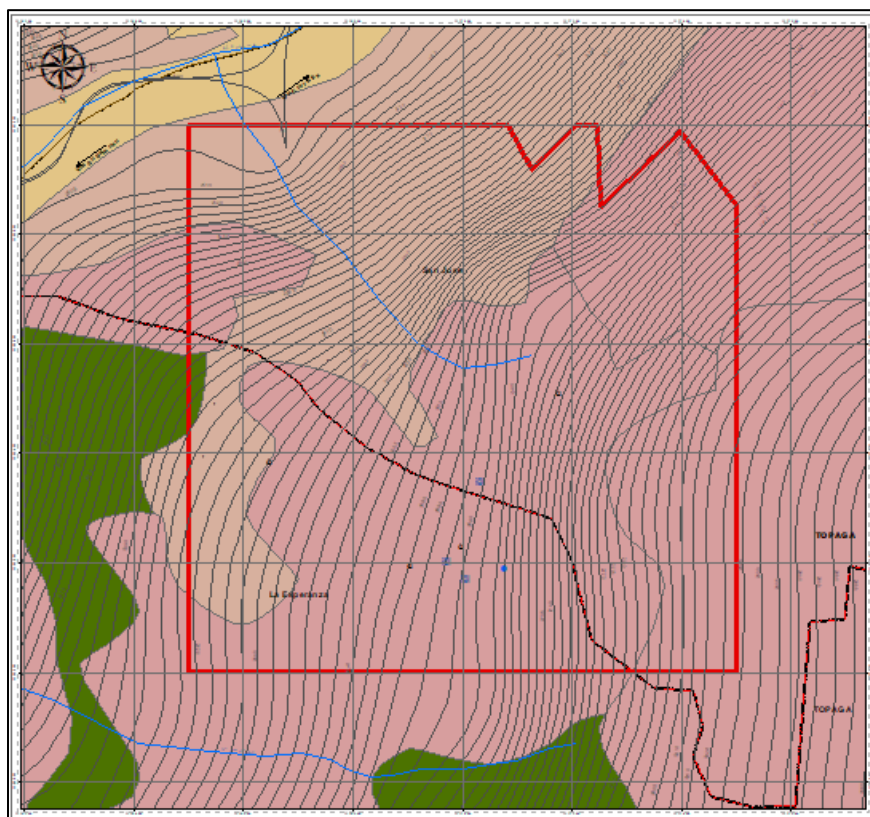
<b>Bioma</b>	<b>Nombre</b>	<b>Codigo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
Orobioma medio de los Andes	Herbazal del orobioma medio de los andes	2034	29,54	18
	Áreas agrícolas heterogéneas del orobioma medio de los andes	2024	113,72	70
	Pastos del orobioma medio de los Andes	2023	5,32	3
	Bosque plantado del orobioma de los Andes	2026	15,34	9

**Fuente.** Adaptado del mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (IDEAM, 2007), 2022.



## Figura 11

*Ecosistemas en el área de influencia del proyecto título minero FHR-082*



**Nota.** Adaptado de. Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y marinos de Colombia (IDEAM, 2007)

### Flora.

*Unidades de cobertura y uso actual del suelo.* De acuerdo con los lineamientos de la Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010), la descripción de las coberturas vegetales en el área de influencia indirecta del Título FHR-082 se presenta en la Tabla 14. Donde se observa que el 43% del área del Título Minero FHR-082 se encuentra ocupada por la cobertura de Plantación forestal, seguida de mosaico de pastos y cultivos con el 22% del área que corresponde a un área de 163,96 Ha. Dentro del polígono la cobertura, herbazal con 16%, mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales con a un área de 19,59 Ha equivalente al 12% de la superficie total. En menor porcentaje se localizan las coberturas de Mosaico de cultivos con

espacios naturales, Pastos limpios con el 3% cada uno y con el 1% la cobertura de arbustal (Figura 12).

**Tabla 14**

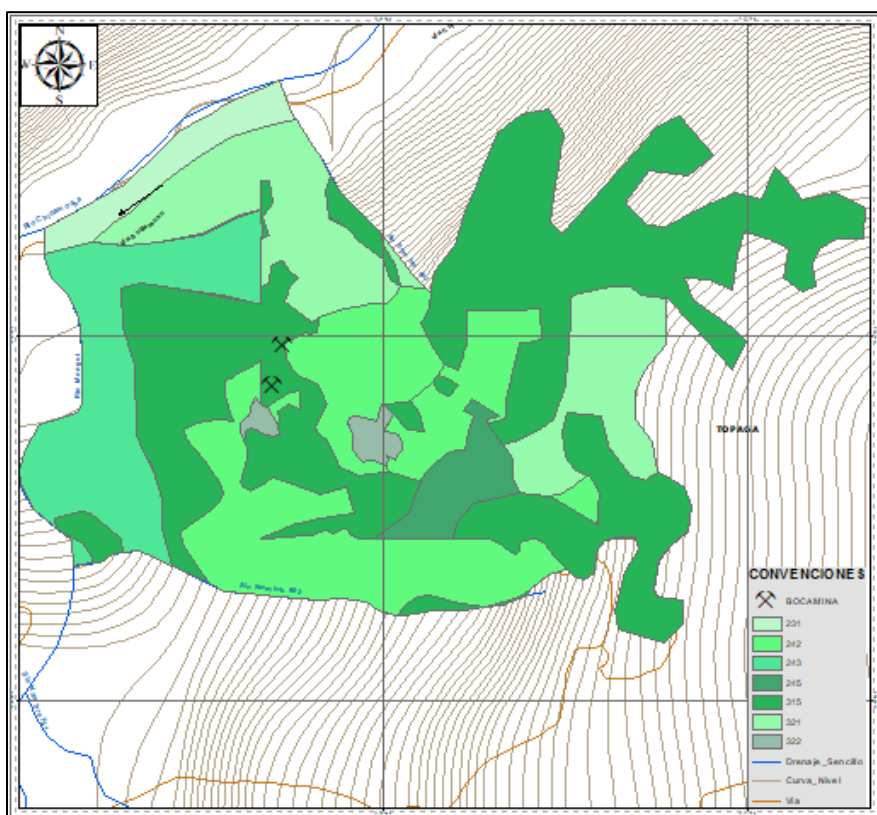
*Unidades de coberturas de la Tierra y uso actual*

<b>Código</b>	<b>Coberturas De La Tierra - Colombia</b>	<b>Area (Ha)</b>	<b>%</b>
<b>2</b>	<b>Territorios Agrícolas</b>		
<b>2.3</b>	Pastos		
<b>2.3.1</b>	Pastos limpios	5,32	3
<b>2.4</b>	Áreas agrícolas heterogéneas		
<b>2.4.2</b>	Mosaico de pastos y cultivos	35,99	22
<b>2.4.3.</b>	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	19,59	12
<b>2.4.5.</b>	Mosaico de cultivos y espacios naturales	4,82	3
<b>3</b>	<b>Bosques Y Áreas Seminaturales</b>		
<b>3.1</b>	Bosques		
<b>3.1.5</b>	Plantación forestal	71,12	43
<b>3.2</b>	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva		
<b>3.2.1.</b>	Herbazal	25,34	16
<b>3.2.2</b>	Arbustal	1,7	1
<b>Total, general</b>		<b>163,89</b>	<b>100%</b>

Fuente. Autor, 2022

**Figura 12**

*Coberturas de la tierra para el área de influencia.*



**Nota.** Adaptado de. Mapa de coberturas vegetales (IDEAM, 2010)

### **Descripción y Caracterización de las Coberturas Vegetales.**

***Pastos Limpios.*** Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encallamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas.

Esta cobertura vegetal está identificada con el código 231, de acuerdo con la Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia (IDEAM, 2010) y ocupando un área de 5,32 hectáreas equivalente al 3% del área de influencia para el presente proyecto, las especies del

estrato rasante se distribuyen de manera heterogénea siendo más abundantes en los sectores que presentan menor pendiente.

### Figura 13

*Cobertura de pastos limpios en el polígono minero.*



**Fuente.** Autor, 2022

***Mosaico de pastos y cultivos.*** Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual.<sup>2</sup>

Dentro del polígono del Título Minero FHR-082 esta cobertura de la tierra tiene un área de 35,9 hectáreas correspondiente al 22% de la superficie total y de acuerdo con la Metodología *Corine Land Cover* Adaptada para Colombia (IDEAM, 2010) esta unidad se identifica con el código 2.4.2.

Las áreas con cultivos presentan tamaño y distribución variable dentro del mosaico, pero predominan en las zonas planas a ligeramente inclinadas donde se desarrolla el cultivo de

---

<sup>2</sup> IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala

especies como la arveja (*Pisum sativum*), cebolla cabezona (*Allium schoenoprasum*), cebolla de larga (*Allium fistulosum*), maíz (*Zea mays*). Sin embargo, se observa un cierto abandono de los terrenos cultivados.

#### **Figura 14**

*Mosaico de pastos y cultivos en el área de influencia*



**Fuente.** Autor, 2022

Con respecto a la fauna, se tiene que esta compite por el alimento y el agua con la ganadería bovina y los cultivos establecidos. Dentro de los impactos más significativos ocasionados al ecosistema en el desarrollo de las actividades productivas de esta cobertura vegetal están los relacionados con el manejo de los suelos, por su uso extensivo, quedando expuestos a la acción directa de la lluvia y el viento, generando procesos erosivos.

***Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales.*** Comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad el patrón de distribución de las coberturas no puede ser representado individualmente. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre el 30% y el 70% de la superficie total de la unidad.

Dentro del área de influencia esta cobertura de la tierra tiene un área de 19,59 Ha correspondiente al 12% de la superficie total y de acuerdo con la Metodología *Corine Land Cover* adaptada para Colombia (IDEAM, 2010) esta unidad se identifica con el código 2.4.3.

### **Figura 15**

*Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales en el área del Título Minero FHR-082.*



**Fuente.** Autor, 2022

*Mosaico de cultivo y espacios naturales.* Corresponde a las superficies ocupadas principalmente por cultivos en combinación con espacios naturales, donde el tamaño de las parcelas es muy pequeño y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual.

Los espacios naturales se muestran como parches, pequeñas áreas cubiertas por arbustales, vegetación secundaria o en transición, zonas pantanosas que permanecen en estado natural o casi natural, distribuidos en forma irregular y heterogénea. El área de esta cobertura corresponde a 4,82 hectáreas (Figura 16).

**Figura 16***Mosaico de cultivos con espacios naturales*

**Fuente.** Autor, 2022

**Plantación forestal.** Para la Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia (IDEAM, 2010), la cobertura vegetal de Plantaciones Forestales destinadas a actividades maderables o de recuperación se identifica con el código 3.1.5 y son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras). (IDEAM, 2010).

Esta cobertura corresponde al 43% de las coberturas de la tierra del área de influencia con 71,12 hectáreas, constituyéndose la cobertura dominante en el proyecto (Figura 17).

**Figura 17**

*Plantación forestal en el título minero FHR-082*



**Fuente.** Autor., 2022

***Herbazal.*** Esta cobertura es dominada por elementos vegetales no lignificados o escasamente lignificados de carácter herbáceo con una densidad mayor al 70% de ocupación, cuya estructura y características funcionales no han sido alteradas (IDEAM, 2010). Esta cobertura se encuentra ocupando el 16% con 25,34 hectáreas (Figura 18).



**Figura 18**

*Cobertura vegetal de Herbazal en el área de influencia*



**Fuente.**, Autor, 2022

***Arbustal denso.*** Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, pero que puede presentar elementos arbóreos dispersos cuya cubierta representa más del 70% del área total de la unidad.

Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales (IDEAM, 2010). Esta cobertura corresponde a 1,7 Ha que corresponde al 1% del área de influencia.

## Figura 19

### *Arbustal en el área de influencia*



**Fuente.** Autor, 2022

### ***Fauna***

La caracterización faunística del área de estudio fue realizada mediante la revisión de información existente sobre la fauna con presencia potencial en la zona de influencia (listados de especies de estudios ambientales previos e información compilada de las autoridades ambientales), los cuales fueron corroborados en campo a través de observaciones directas e indirectas (rastros, heces, huellas, cantos), que permitieron identificar las especies presentes y categorizarlas según atributos propios de su biología e historia natural, como las especies migratorias, endémicas y de importancia ecológica.

**Aves.** En el Área de Estudio se encontraron algunas especies y familias, algunas de estas fueron capturadas fotográficamente como se demuestra en la imagen de la Figura 20. Estos datos fueron confrontados con los arrojados por los libros especializados como el libro rojo de aves de Colombia.

## Figura 20

### *Especies de aves en el área de estudio*



A. *Pheucticus aureoventris*,



B. *Patagioenas fasciata*

**Fuente.** Autor, 2022.

En la Tabla 15 se presenta la relación de aves registradas en el área de estudio y su asociación con las diferentes coberturas vegetales.

### Tabla 15

*Determinación taxonómica y características biológicas de las aves reportadas e identificadas en el área de influencia.*

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Muestreo (AII)		IUC N	Rango Altitudinal	Cobertura	Dieta	Rareza
				En	Obs					
Passeriformes	Turdidae	<i>T. fuscater</i>	Siote, mirla negra		x	Lc	2000-3500	Arbustal denso, áreas de potreros.	Omi	Común
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sp.</i>	Garrapatero		x	Lc	0-2800	Arbustal denso, potreros.	Car	Común
Passeriformes	Emberizidae	<i>Z. capensis</i>	Copetón	x	x	Lc	150-3700	Arbustal denso, Cultivos	Omi	Común
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas fasciata</i>	Torcaza		x	Lc	100-3300	Espacios naturales	Gra	Común
Passeriformes	Cardinalidae	<i>P. olivaceae</i>	Cardenal	x	x	Lc	300-2000	Espacios naturales, pastizales	Ins	Rara

<b>Passeriformes</b>	Troglodytidae	<i>T.aedon</i>	Cucarachero común	x	x	Lc	Hasta 3400	Espacios naturales	Ins	Común
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	<i>Z. auriculata</i>	Paloma sabanera	x	x	Lc	600-3400	Campos de cultivo, espacios naturales.	Gra	Común
<b>Passeriformes</b>	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	Chiví común	x		Lc		Espacios naturales	Ins	Rara
<b>Passeriformes</b>	Turdidae	<i>C. Ustalatus</i>	Zoezalito de Swainson	x		Lc		Espacios naturales	Gra	Rara
<b>Passeriformes</b>	Fringillidae	<i>Spinus sp.</i>	Jilguero		x	Lc	200-3100	Arbostal denso, cultivos	Gra	Común
<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>S. magna</i>	Chirlobirlo, jaqueco	x	x	Lc	-2500	Cultivos, pastizales	Omi	Común
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Mecocerculus leucophrys</i>	Mosquerito gorgiblanco	x		Lc	2000-3600	Espacios naturales	Ins	Común
<b>Passeriformes</b>	Cardinalidae	<i>phoeucticus aureoventris</i>	Babasa	x		Lc	1700-3000	Espacios naturales	Fr	Común

**Nota.** Ins: Insectívoro, Car: Carnívoro, Gra: Granívoro, Fr: Frugívoro y Omi: Omnívoro. Fuente: Esquema de Ordenamiento territorial- Topaga

En los datos evaluados correspondiente al grupo de aves se encuentra una alta representatividad de individuos del Orden de los PASSERIFORMES.

**Mamíferos.** El área de distribución de muchos de los mamíferos reportados para el área de influencia del municipio de Tópaga y municipios cercanos son extensiones de la fauna proveniente los pequeños parches de espacios naturales que se establecen en la ribera de las quebradas. Para el grupo de mamíferos dentro de la zona de observación se reporta:

Para las áreas de interés del proyecto minero, se encontró un total de 11 especies distribuidas dentro de 7 familias y 6 órdenes, en donde existió predominancia de la familia Cricetidae con 4 especies y Didelphidae con 2 especies, las otras familias están representadas por una especie. De igual manera se tuvieron en cuenta características biológicas de cada especie referentes a hábitos alimenticios dentro de los grupos de carnívoros, herbívoros, omnívoros, frugívoro-insectívoro. Así mismo, es importante resaltar el reconocimiento de formas de vida (terrestre, acuático, semiacuático, y arborícola) en donde se distribuyen y desarrollan los individuos y tipo de hábitat . Tabla 16.

Tabla 16

Clasificación taxonómica de mamíferos reportados para el área de estudio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Método		CITES	IUCN	RES. 0192	Abundancia	Gremio Trófico	Cobertura
				Obse	Ent						
<b>Carnivora</b>	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	comadreja andina		X	II	LC	--	Medio	Car	En-Ar
		<i>Didelphis marsupialis</i>	Fara o cucha		X		LC		Medio	omi	En -Ar
<b>Didelphimorphia</b>	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	Fara o Zarigueya		x		LC		Alta	omi	En - Ar
		<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo	X	X	--	LC	--	Medio	Her	En -Ar
<b>Lagomorpha</b>	Leporidae	<i>Mus musculus</i>	Ratón común		X	--	LC	--	Medio	Fru-ims	Pas-Ar-Her
	Muridae	<i>Calomys hummelincki</i>	Ratón		x	--	LC	--	Alto	Fru-ims	Pas-Ar-Her
<b>Rodentia</b>	Cricetidae	<i>Neacomys spinosus</i>	Ratón		x	--	LC	--	Alto	Fru-ims	Pas-Ar-Her
		<i>Sigmodon alstoni</i>	Ratón		x	--	LC	--	Alto	Fru-ims	Pas-Ar-Her
		<i>zygodontomys brevicauda</i>	Ratón		x	--	LC	--	Alto	Fru-ims	Pas-Ar-Her
<b>Cingulata</b>	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo		x	--	LC	--	Bajo	Ins	En-Ar
<b>Chiroptera</b>	Phyllostomidae	<i>Anoura geoffroyi</i>	Murciélago Casero		x		LC		Medio	Ins	En - Ar

Fuente: Esquema de ordenamiento territorial- Topaga

Dentro de los datos observados se encuentra una predominancia significativa del orden Rodentia obteniendo 5 especies pertenecientes a 2 familias (CRICETIDAE, MURIDAE), los individuos de este orden se caracterizan por asociarse a cuerpos de agua e inclusive a permanecer en zonas de influencia humana. Este es el segundo grupo con la mayor diversidad de especies de mamíferos para Colombia, dentro de ellos según Gremone y colaboradores (1980).

Los roedores son los mamíferos más versátiles, estando adaptados a todos los hábitats posibles tanto de agua dulce (no hay roedores marinos) como terrestres, y se encuentran por toda la superficie habitable de la Tierra, al obtener una adaptación en el consumo de recurso, y la adaptación a los ambientes cálidos a los fríos y al presentar la mayor dominancia en cantidad de individuos y especies para este orden no es raro que para este caso en particular presente la mayor riqueza de especies.

**Herpetofauna.** Este grupo que comprende tanto reptiles como anfibios se caracterizan por encontrarse constantemente asociados a cuerpos de agua, principalmente anfibios (Tabla 17). Por otra parte, según el postulado descrito por Lynch y Renjifo en 2001<sup>3</sup> los reptiles en general se encuentran limitados por la temperatura ambiental (ectotermia) y/o la radiación solar, ya que las bajas temperaturas por periodos prolongados de tiempo disminuyen sus funciones metabólicas, las condiciones climáticas y la intervención de las áreas abiertas para agricultura dificulta el establecimiento de estas especies.

---

<sup>3</sup> Lynch, J. M. Renjifo, 2001. Guía de anfibios y reptiles de Bogotá y alrededores. DAMA. Ministerio del Medio Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.

**Tabla 17**

*Clasificación taxonómica de reptiles y anfibios reportados para el área de estudio*

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Hábitat	Estatus Local
Anura	Hylidae	<i>Dendropsophus molitor</i>	Rana	Zonas húmedas	Común
	Strabomantidae	<i>Pristimantis</i> sp.	Rana	Zonas húmedas	Esporádica
	Colubridae	<i>Atractus crassicaudatus</i>	sabanera	Arbustal-pastos-herbazal	Esporádica
<i>Leptophis depressirostris</i>		Serpiente bejuquilla	Arbustal-pastos-herbazal	Esporádica	
Squamata	Gymnophthalmidae	<i>Riama striata</i>	Lagartija	Herbazal, plantación	Común
		<i>Anolis heterodermus</i>	Lagartija	Arbustal-plantación-herbazal	Esporádica
	Dactyloidae	<i>Anolis andinus</i>	Lagartija común	Arbustal-plantación-herbazal	Común
	Tropiduridae	<i>Stenocercus trachycephalus</i>	lagarto	Arbustal-herbazal	Esporádica

**Fuente:** Esquema de ordenamiento territorial- Topaga

En términos de hábitat hace referencia al área donde se encuentran los recursos y las condiciones biológicas y físicas que le permiten ser ocupadas por una especie. Los anfibios registrados en este estudio utilizan las coberturas identificadas en el área de influencia; en específico aquellas asociadas a cuerpos de agua. Los reptiles utilizan en su mayoría áreas con vegetación herbácea o arbustiva, seguido por plantación forestal y en menor proporción pastos.

### Componente socioeconómico

Para la definición del área de influencia del componente socioeconómico, los criterios están relacionados a la fuente de trabajo que puede generar en la población cercana al proyecto de explotación minera y a la generación de expectativas de la comunidad.

A partir el punto de vista político, se señala que las veredas donde se situará el proyecto serán, las veredas Esperanza y san José del municipio de Tópaga.

### ***Componente demográfico***

El presente análisis se realiza con base a la información relacionada en el esquema de ordenamiento del municipio de Tópaga, datos específicos de las veredas San José y La Esperanza de Tópaga.

**Dinámica poblacional.** El municipio de Tópaga situado en el departamento de Boyacá fue fundado por el señor Álvaro Leiva en el año de 1.593 . En el municipio en el año 1.632 se construyó el Templo declarado Monumento Nacional por la Ley 42 de 1.965, fue restaurado en 1.982 guardando sus características y sus reliquias. También está el Altar de los Espejos y el Arco Toral tallado en Alto Relieve y madera policromada con las imágenes de San Francisco Javier, San Ignacio de Loyola, el Arcángel San Gabriel, dos Dragones, dos Ángeles del Silencio y la imagen del diablo el cual adoraban nuestros primeros habitantes descendientes del Cacique Tópaga y este a su vez del Cacique Iráca quien recibió enseñanzas de carácter, religioso y político de Bochíca para transmitirle a su pueblo. El Cacique Tópaga opuso resistencia cuando los españoles trataron de apoderarse de sus tierras en cabeza del don Gonzalo Jiménez de Quezada. En 1.819 el Peñón de Tópaga fue escenario de combates entre los españoles y las tropas de Simón Bolívar, allí murieron los patriotas Ramón Barrantes, Manuel Alderete, Lobo Guerrero, N, Gómez y Francisco Villegas. Se erige Municipio en 1.832 y desaparecen los Resguardos Indígenas.(Plan de Desarrollo Municipal Tópaga, 2016)

Tópaga es un municipio de que se realiza a la población Topaguense se tendrá en cuenta la, cuya población estimada es de 3.694 habitantes, de las cuales 1.863 son mujeres y 1.831 son Hombres.

***Crecimiento poblacional.*** El crecimiento poblacional del municipio de Tópaga, en virtud de la población Topaguense se analiza de acuerdo a la pirámide poblacional según las



proyecciones del Censo DANE 2005 – 2020, cuya población estimada para el año 2020 es de 3.689 habitantes, de las cuales 1.863 son mujeres y 1.826 son Hombres.

El crecimiento poblacional del municipio de Tópaga se muestra relativamente constante solamente con un aumento entre los años 2005 a 2016 con un 0,50% a expensas de la tasa de natalidad. Tabla 18.

**Tabla 18**

*Variación poblacional en el municipio de Tópaga*

<b>Población</b>	<b>Tópaga</b>	<b>Boyacá</b>	<b>Colombia</b>
<b>Población Total (2005)</b>	3683	1.255.311	42.888.592
<b>Población Total (2010)</b>	3692	1.267.597	45508205
<b>Población Total (2015)</b>	3694	1276367	48202617
<b>Población Total (2020)</b>	3689	1286996	50912429

**Fuente:** Proyecciones censo DANE, 2005-2020

***Tipo de población asentada.*** La población de Tópaga es predominante mestiza, tan solo el 0,1% de la población residente en el municipio se auto reconoce como Negro, mulato, afrocolombiano o afrodescendiente (DANE, 2005).

***Actividades económicas sobresalientes.*** De acuerdo a la información reportada en el plan de desarrollo 2016-2019, la economía del Municipio de Tópaga tiene sus bases en el sector primario, donde se destacan la agricultura, minería y ganadería. La minería de carbón se destaca como la actividad económica más representativa en el municipio. Esta actividad se desarrolla de forma artesanal, actualmente se encuentra en un proceso de transición hacia una minería intermedia, como en muchos de los Municipios de la región esta actividad se elabora con pocos elementos de seguridad personal, por esto es considerada una actividad de alto riesgo.

La comercialización del carbón se realiza principalmente a dos áreas: empresas termoeléctricas principalmente del departamento y a empresas industriales en general. En menor proporción se comercializa a ladrilleras, calizas y consumo doméstico.

Existen dos cooperativas influyentes en el municipio para su comercialización: COIMTRATOP LTDA que comercializa y produce carbón mineral y “CRECER LTDA”, que produce y comercializa artesanías en carbón mineral; en el área de VADO CASTRO los habitantes se ocupan en la extracción de arena y caliza y otra parte en la agricultura.

El sector secundario o de transformación se limita a la elaboración de artesanías, y algunos hornos para la fabricación de ladrillo, fabricación de asfalto y la fundición de chatarra.

En los últimos tiempos se ha manejado como proyecto alternativo la elaboración de artesanías en carbón para los jóvenes del Municipio. Cabe resaltar que “la artesanía tallada en carbón es un producto que se elabora únicamente en dos lugares en el mundo; Polonia y Colombia”.

También se han manejado proyectos en productos lácteos, artesanías como el tejido en lana.

El sector terciario o de servicios conformado principalmente por el comercio y turismo. El comercio se compone de algunas tiendas donde se venden comestibles, bebidas y víveres en general.

En esta área se localizan pobladores de origen campesino. En la zona no se registra la presencia de poblaciones de orígenes indígenas y/o afrodescendientes.

El área de influencia comprende sectores de las veredas San José y La Esperanza.

La población asentada en la actualidad en el área de interés comprende de 3 unidades habitacionales, de forma constante se encuentran 3 habitantes, de estas 1 es hombre y 2 mujeres estas personas habitan solas en las casas.

La población del área de interés tiene una tendencia de crecimiento poblacional descendente, debido a la migración de sus pobladores a los cascos urbanos más cercanos (Tópaga centro, Sogamoso). Esta migración se da en la población joven, que se desplazan a los centros urbanos en búsqueda de trabajos que les representen una estabilidad económica.

**Dimensión Espacial.** Aunque el proyecto no está relacionado con los servicios públicos domiciliarios y sociales del área de influencia indirecta (casco urbano de Tópaga, Vado castro, vereda San José y La Esperanza), a continuación, se hace una síntesis sobre estos, abordando la cobertura y calidad.

#### **Infraestructura.**

**Vías y Transporte.** El Municipio se encuentra relativamente cerca a otros municipios circunvecinos con acceso mediante vía pública. Es un paso obligado para las rutas del Municipio de Mongua y muy cercano se encuentra el municipio de Monguá al cual se accede por carretera pavimentada en condiciones regulares de tránsito y algunos tramos de la carretera presentan hundimientos.

Las empresas: Cooperativa Flota Norte “Coflonorte” y la empresa Sugamuxi, son las únicas que prestan el servicio público de transporte con rutas de origen Sogamoso destino Mongua, siendo Tópaga sitio intermedio prestación que se hace del servicio en horarios de cada hora.

El transporte hacia las veredas no existe, porque la carretera principal atraviesa a todas las veredas.

### ***Telecomunicaciones.***

Telefonía: El Municipio de Tópaga no cuenta con cobertura en el servicio de telefonía tradicional y el servicio de telefonía móvil, aunque es predominante su cobertura es regular, especialmente en veredas la Atravesía, Esperanza, San Juan y otros sectores del Municipio.

Energía Eléctrica: El Municipio de Tópaga cuenta con una cobertura del 95.80% en energía eléctrica<sup>4</sup>.

### ***Agua y Saneamiento Básico.***

Acueducto: Los datos de acueducto urbano se presentan en la Tabla 19. Los datos del acueducto rural se presentan en la Tabla 20.

**Tabla 19**

#### *Cobertura de acueducto urbana*

<b>Vivienda con acueducto urbano</b>	<b>Vivienda sin acueducto urbano</b>	<b>% de Vivienda con acueducto urbano</b>	<b>% de Vivienda sin acueducto urbano</b>
<b>314</b>	<b>6</b>	<b>98%</b>	<b>2%</b>

Fuente: Empresa de servicios públicos

**Tabla 20**

#### *Cobertura de acueducto rural*

<b>Vivienda con acueducto rural</b>	<b>Vivienda sin acueducto rural</b>	<b>% de Vivienda con acueducto rural</b>	<b>% de Vivienda sin acueducto rural</b>
<b>324</b>	<b>272</b>	<b>7.89%</b>	<b>92.11%</b>

Fuente: Empresa de servicios públicos

***Alcantarillado.*** El sector urbano cuenta con el 96% de la prestación del servicio de alcantarillado. Tabla 21

<sup>4</sup> Sisbén 2016

**Tabla 21***Alcantarillado rural*

<b>Vivienda con alcantarillado rural</b>	<b>Vivienda sin alcantarillado rural</b>	<b>% Vivienda con alcantarillado rural</b>	<b>% Vivienda sin alcantarillado rural</b>
151	445	25,32%	74,68%

**Fuente:** Empresa de servicios públicos

En el sector rural las condiciones de salubridad no son adecuadas frente a la eliminación de excretas, tan solo el 25,32% de la población rural cuenta con algún sistema de alcantarillado.

**Aseo.** El Municipio de Tópaga genera aproximadamente 9,6 ton/mes residuos sólidos domiciliarios los cuales son dispuestos en el relleno sanitario terrazas del provenir del Municipio de Sogamoso.<sup>5</sup>

**Tabla 22***Cobertura de aseo urbano*

<b>Vivienda con aseo urbano</b>	<b>Vivienda sin aseo urbano</b>	<b>% con aseo urbano</b>	<b>% sin aseo urbano</b>
323	17	95%	5%

**Fuente:** Empresa de servicios públicos de Tópaga

**Tabla 23***Población servida por acueducto, alcantarillado y aseo*

<b>Acueducto</b>	<b>Acueducto</b>	<b>Alcantarillado</b>	<b>Aseo</b>
<b>San José</b>	97%	95%	95%
<b>Esperanza</b>	87,56%	0%	30%

**Fuente:** Empresa de servicios públicos de Tópaga

<sup>5</sup> Plan de desarrollo 2016-2019.Municipio de Tópaga.

### *Dimensión económica*

**Procesos productivos y tecnológicos.** La actividad económica en el municipio de Tópaga, esta soportada básicamente en el sector minero, de donde derivan sus ingresos cerca del 70% de la población, seguido por el Sector Agropecuario. La actividad en el sector agrícola es muy poca y variada, debido a la poca rentabilidad y productividad que se genera en la cadena productiva.

Otra actividad está basada en la artesanía, la talla de carbón, la cual es muy reconocida a nivel nacional e internacional, debido a que esta actividad es realizada por niños, agregando valor a favor de los menores de edad para erradicar trabajos forzosos en las minas.

Para complementar la base de la economía del municipio, se relacionan las actividades agropecuarias, los servicios de transporte, comercio, el servicio independiente y los trabajos que genera la industria de la región y entidades públicas.

En cuanto a las mujeres el 75 % se dedican a labores propias del hogar, el 20 % a la agricultura y la ganadería a pequeña escala, un 3 % labora en las minas y un 2 % restante a otras labores en instituciones y empresas aledañas Al Municipio.

La actividad minera que se desarrolla en el municipio en gran parte se hace de forma tradicional y artesanal, careciendo de Tecnología. Dicha actividad en su mayoría no es tomada como una empresa, si no como una forma de subsistencia, presentándose condiciones inadecuadas en el trabajo, lo que lo hace inseguro, originándose accidentes continuos.

Los mineros del municipio no cuentan con recursos para la financiación de proyectos, especialmente en la innovación tecnológica; el crédito no es de fácil acceso, por esto el mejorar en tecnología es imposible, reflejándose tal atraso en los daños ecológicos que produce dicha explotación hasta el momento.

La explotación minera se localiza en las veredas de: San José, La esperanza, San Judas Tadeo, Atraviesas, San Juan Nepomuceno.

Sistema de Comercialización del Carbón Municipio de Tópaga Empresas Compradoras Gensa, Holcim, Comercializadora, Carbones de Boyacá, Argos, Bavaria, Independientes, Coimtratop.

**Agropecuario.** El municipio de Tópaga cuenta con vías en el área rural que permite interconectar las principales veredas a las zonas altas y medias del municipio, favoreciendo significativamente el desarrollo de las actividades productivas en las veredas, pero dichas vías se han tenido abandonadas encontrándose en un estado regular y sin mantenimiento.

La actividad productiva agropecuaria que se ve en las veredas es la ganadería extensiva de carne y leche, así como la siembra de pequeñas parcelas de maíz, papa cebolla, arveja fríjol, papa criolla, tradicional y cultivos de pan coger.

Estas actividades agropecuarias se desarrollan en su mayoría en pequeños predios, permitiendo el uso intensivo de mano de obra y el control de patógenos, que al ser cultivos de pequeñas y medianas extensiones favorece el uso intensivo, pero sostenible de los requeridos en estos sistemas de producción. Además, crea la posibilidad de desarrollar asociación de productores, con necesidades similares y se pueden estimular para asociarse con el objeto de resolver problemas en conjunto.

**Actividad turística.** La actividad turística en el municipio es escasa; la falta de incentivos y la desarticulación administrativa no ha permitido el desarrollo y crecimiento de este sector, el cual si se promoviera traería consigo grandes beneficios a la comunidad Topaguense.

### ***Dimensión cultural***

**Caracterización comunidades no étnicas.** El aspecto histórico del Municipio está

referido a los Molinos de Tópaga, sitio y lugar de batallas en la campaña libertadora. También a su valioso interés religioso y evangelizador en época de la colonia por parte de los Jesuitas.

Población de orígenes campesino, que mantienen las costumbres ancestrales. Tópaga pertenece a la influencia de Sogamoso o cabecera de provincia donde se realiza el mayor número de transacciones comerciales, económicas.

La explotación y comercialización del carbón del municipio con las industrias de la región la convierte en su principal fuente económica, afectada directamente por la fluctuación en el mercado. Esta actividad influye en la cultura de la población topaguense.

En el municipio se conmemoran diferentes fiestas como el Aguinaldo Topaguense, la fiesta de la Virgen del Carmen, la de San Judas Tadeo en febrero, La Semana Santa en vivo, el día del campesino en junio, el Festival de la Cachanga, el primer fin de semana de julio. El 11 de julio se conmemora la Batalla de los Molinos de Tópaga (Peñón de Tópaga). Se implementa el Festival Religioso en honor a San Judas Tadeo en el mes de octubre. Se crea el festival nacional de deporte extremo en el mes de noviembre y el festival del Minero en el mes de abril. (Plan de desarrollo Tópaga. 2016 – 2019)

### ***Dimensión político-organizativa***

**Aspectos políticos.** El municipio, está estructurada administrativamente de la siguiente forma:

Sector central: Despacho del alcalde; secretarías (Gobierno, Planeación, Hacienda); Comisaría de Familia.

El municipio cuenta con seis (6) Juntas de Acción Comunal distribuidas así, cinco (5) veredales, una (1) en el casco urbano. Tabla 24



**Tabla 24***Distribución Juntas de Acción Comunal*

<b>Juntas de Acción Comunal</b>	
<b>Vereda San Juan</b>	Vereda La Esperanza
<b>Vereda La Atraviesa</b>	Vereda San José

**Fuente:** Plan de desarrollo 2016-2019

## **Evaluación ambiental**

La evaluación ambiental tiene como finalidad identificar, predecir y valorar los impactos generados por el desarrollo del proyecto de extracción de carbón subterráneo a partir de las etapas de labores de desarrollo tales como exploración, explotación y cierre y abandono en el título minero FHR-082. Es importante tener en cuenta que los impactos ambientales se entienden como la alteración al medio ambiente y a la comunidad debido al desarrollo de las actividades del proyecto, así, esta evaluación debe involucrar todas las fases del proyecto que permitan realizar el análisis de la interrelación entre el ecosistema y las acciones antrópicas, teniendo en cuenta impacto neto y las acciones involucradas en este.

Para la identificación de los impactos, se requiere el análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos, su posible comportamiento determinado bajo la influencia de las actividades del proyecto, herramienta que servirá para evaluarlos y determinar las medidas del plan de manejo ambiental.

### **Metodología general**

Para la evaluación ambiental presentada a continuación se hizo uso de dos escenarios denominados “sin proyecto” y “con proyecto”, siguiendo la metodología de Conesa Fernández (2010)<sup>6</sup>

La metodología se seleccionó, de acuerdo a que cumple con los requisitos señalados en los Términos de referencia para elaboración del estudio de impacto ambiental para la explotación minera, y en el Manual de Evaluación de Estudios Ambientales del Ministerio del Medio

---

<sup>6</sup>Conesa Fernandez, Vicente. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Cuarta Edición. Madrid. 864 pp.

Ambiente , 2002 (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), el cual establece los pasos mínimos que esta evaluación debe incluir tales como:

- Identificación de los impactos,
- Predicción de los impactos,
- Evaluación de los impactos.

### ***Identificación de los impactos***

Se establecen las actividades con proyecto y sin proyecto: para las actividades sin proyecto, se tiene en cuenta la caracterización ambiental realizada; para las actividades con proyecto, se relacionan las diferentes etapas que involucra el desarrollo de la construcción y operación del proyecto. De cada una de las actividades se interaccionan con los componentes biótico, abiótico y socioeconómico para la tipificación de los aspectos ambientales generados, identificando cuáles impactos son negativos y cuáles positivos.

### ***Predicción de los impactos***

**Elaboración de la matriz de impactos.** Para la elaboración de la matriz de impactos se propone la metodología, desarrollada por Conesa Fernández (2010), esta matriz proporciona, mediante valoración absoluta (adición algebraica), información de los factores que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad.

Los criterios utilizados para la calificación de los impactos ambientales se describen a continuación:

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

El Impacto se considera positivo cuando el resultado de la actividad sobre el factor ambiental considerado produce una mejora de la calidad ambiental de este último; se considera negativo cuando el resultado de la actividad produce una disminución de la calidad ambiental del factor ambiental considerado.

Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, un tercer carácter: previsible pero difícil de cualificar sin estudios específicos (x) que reflejaría efectos cambiantes difíciles de predecir, o efectos de naturaleza subjetiva. Este carácter (x), también reflejaría efectos asociados con circunstancias externas al proyecto, de manera que solamente, a través de un estudio global de todas ellas, sería posible conocer su naturaleza dañina o beneficiosa.

- **Intensidad (IN)** Este término se refiere al grado de incidencia de la actividad sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. Expresa el grado de destrucción del factor considerado en el caso en que se produzca un efecto negativo, independientemente de la extensión afectada. Puede producirse una destrucción muy alta, pero en una extensión muy pequeña.

La escala de valoración estará comprendida entre 1 y 12, en el que el (12) expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, intensidad en grado total; el (1) una afección mínima y poco significativa intensidad baja o mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias intensidad notable o de intensidad muy alta (8); intensidad alta (4); intensidad media (2).

- **Momento (M)** El plazo de manifestación del impacto hace referencia al tiempo que transcurre entre la aparición de la actividad y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. El impacto será de manifestación inmediata cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la actividad y el comienzo del efecto sea nulo, asignándole un valor (4). El

impacto será de manifestación a corto plazo cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la actividad y el comienzo del efecto sea inferior a un año, asignándole un valor (3). Si es un período de tiempo que va de 1 a 10 años, mediano plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de diez años, largo plazo, con valor asignado (1). Si coinciden algunas circunstancias que hiciesen crítico el plazo de manifestación del impacto, valdría la pena atribuirle un valor de una o cuatro unidades por encima de las especificadas.

- Duración (D) Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la actividad.

El *Impacto temporal* permanece sólo por un tiempo limitado, haya finalizado o no la actividad.

El *Impacto permanente* no cesa de manifestarse de manera continua, durante un tiempo ilimitado.

Cuando la permanencia del efecto, por la circunstancia que sea, es mínima o nula (cese la actividad o no, cesa la manifestación del efecto que aquella produce en el factor considerado, el efecto se considera efímero o fugaz), tomando un valor de (1).

Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la actividad produce un efecto momentáneo, asignándole un valor (1). sí dura entre 1 y 10 años, temporal, o transitorio (2); y si permanece entre 11 y 15 años, persistente, pertinaz o duradero (3). Si la manifestación tiene una duración superior a los 15 años, consideramos el efecto como permanente o estable, asignándole un valor (4).

- Periodicidad (P) La Periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera continua (las actividades que lo producen permanecen constantes en

el tiempo), o discontinua (las actividades que lo producen actúan de manera regular (intermitente), o irregular o esporádica en el tiempo).

Se considera que la periodicidad discontinua es Periódica, Cíclica o Intermitente, cuando los plazos de manifestación presentan una frecuencia establecida.

Se califica la periodicidad como aperiódica o Irregular propiamente dicha, cuando la manifestación discontinua del efecto se repite en el tiempo de una manera irregular e imprevisible sin frecuencia alguna.

Se supone Esporádica o Infrecuente cuando la actividad que produce el efecto, y por tanto su manifestación, son infrecuentes, presentándose con carácter excepcional. A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular (aperiódicos y esporádicos), que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia (1).

- Acumulación (A) Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la actividad que lo genera.

Cuando una actividad se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de actividad es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia (no hay efectos acumulativos), se trata de acumulación simple, valorándose como (1).

Cuando una actividad al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente la magnitud del efecto, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la actividad causante del impacto, se trata de una ocurrencia acumulativa, incrementándose el valor a (4).

- Sinergia (SI) La sinergia se refiere a la actividad de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales.

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por actividades que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de los efectos cuando las actividades que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce con el tiempo la aparición de otros nuevos, de superior manifestación.

Muchos impactos ambientales tienen efectos complejos y la agregación de los mismos no siempre ocurre en proporciones aritméticas. Este fenómeno de agregación de impactos se denomina Sinergia.

Cuando una actividad actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras actividades que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico, potenciándose la manifestación de manera ostensible (4). Cuando se presenten casos de debilitamiento o minoración (sinergia negativa), la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la importancia del impacto.

- Efecto (E) Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una actividad. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la actividad consecuencia directa de ésta.

Los impactos son directos cuando la relación causa - efecto es directa, sin intermediaciones anteriores; los impactos son indirectos cuando son producidos por un impacto anterior, que en este caso actúa como agente causal.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la actividad, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una actividad de segundo orden. El efecto toma el valor (1) en el caso de que sea indirecto o secundario, y el valor (4) cuando sea directo o primario.

- **Reversibilidad (RV)** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actividad, por medios naturales, una vez ésta deja de actuar sobre el medio. El efecto reversible puede ser asimilado por los procesos naturales del medio, mientras que el irreversible no puede ser asimilado o serlo, pero al cabo de un largo periodo de tiempo.

El impacto *será reversible* cuando el factor ambiental alterado puede retornar, sin la intervención humana, a sus condiciones originales en un periodo inferior a 15 años. Si es a corto plazo, se le asigna un valor (1), si es a medio plazo (2), y a largo plazo (3).

El impacto será irreversible cuando el factor ambiental alterado no puede retornar, sin la intervención humana, a sus condiciones originales en un periodo inferior a 15 años. Al efecto irreversible le asignamos el valor (4).

Atendiendo a su duración o persistencia, los impactos reversibles se consideran temporales. No obstante, un efecto irreversible, pero con una permanencia no muy superior a los 15 años, podría considerarse quasi-irreversible. Si la permanencia es muy superior a los 15 años, el efecto será totalmente *irreversible*.

- **Recuperabilidad (RC)** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana, o sea, mediante la introducción de medidas correctoras y restauradoras.



Si el efecto es totalmente recuperable o neutralizable, se le asigna un valor (1), (2), (3) o (4) según lo sea de manera inmediata (impacto inmediato), a corto plazo o a mediano y largo plazo.

Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar en su totalidad, por la actividad humana) se le asigna un valor de (8). En el caso de que la alteración se recupere parcialmente, al cesar o no, la presión provocada por la actividad, el impacto será mitigable, atribuyéndosele el valor (4).

En el caso de que se presente un impacto irrecuperable, pero exista la posibilidad de introducir medidas compensatorias, será un impacto compensable y el valor adoptado será (4). El mismo valor adquirirá el impacto cuando exista la posibilidad de introducir medidas curativas y recuperadoras.

- Extensión (Ex) La Extensión es el atributo que refleja la fracción del medio afectada por la actividad del proyecto.

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el factor.

Si la actividad produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4). En el caso de que el efecto, sea puntual o no, se produzca en un lugar crucial o crítico, será un impacto de ubicación crítica y se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta.

- **Importancia del impacto (I)** La Importancia del impacto o Índice de Incidencia, se define como la función mediante la cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a la serie de atributos de tipo cualitativo, exigidos en la metodología, ya relacionados, tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

Ya se ha establecido que la Importancia del Impacto, o sea, la importancia del efecto de una actividad sobre un factor ambiental es la estimación del impacto con base en el grado de manifestación cualitativa del efecto; y no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado.







La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce en función del valor asignado a los símbolos considerados.

$$I = \pm [3IN + 2EX + M + D + P+A+SI+E+RV + R]$$

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, o sea de acuerdo con la metodología, compatibles. Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75.

Con el fin de visualizar con mayor facilidad la importancia del impacto, en la Tabla 25 se le asignó un color acorde con su clasificación.

**Tabla 25***Valoración de la importancia del impacto*

<b>Rangos de calificación</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Color asignado</b>
De 13 a 24	Impactos Ambientales Irrelevantes	
De 25 a 50	Impactos Ambientales Moderados	
De 51 a 75	Impactos Ambientales Severos	
De 76 a 100	Impactos Ambientales Críticos	
De 1 a 25	Impactos ambientales Beneficioso	
De 26 en adelante	Impactos ambientales favorables	

**Fuente:** V. Conesa Fdez. – Vitoria, 2010

**Impacto Ambiental Irrelevante:** Es un impacto ambiental compatible, es decir, es aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas protectoras o correctoras.

**Impacto Ambiental Moderado:** Efecto cuya recuperación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas y en el que el retorno al estado inicial del medio ambiente no requiere un largo espacio de tiempo.

**Impacto Ambiental Severo:** Efecto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras o protectoras y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa de un período de tiempo limitado.

**Impacto Ambiental Crítico:** Efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras o protectoras

En la Tabla 26 se presenta una síntesis de los criterios utilizados para la calificación de impactos.

Tabla 26

*Importancia del impacto*

<b>Criterio</b>	<b>Calificación</b>	<b>Valor</b>
<b>Naturaleza</b>	Impacto beneficioso	+
	Impacto perjudicial	-
	Previsible pero difícil de cualificar o sin estudios específicos	X
<b>Intensidad (IN)</b>	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy alta	8
	Total	12
<b>Momento</b>	Largo plazo	1
	Medio plazo	2
	Corto plazo	3
	Inmediato	4
<b>Duración</b>	Critico	(+4)
	Fugaz	1
	Momentáneo	1
	Temporal	2
	Persistente	3
	Permanente	4
<b>Periodicidad (P)</b>	Irregular	1
	Periódico	2
	Continuo	4
<b>Acumulación (A)</b>	Simple	1
	Acumulativo	4
<b>Sinergia (SI)</b>	Simple	1
	Sinergismo moderado	2
	Muy sinérgico	4
<b>Efecto</b>	Indirecto	1
	Directo	4
<b>Reversibilidad (RV)</b>	Corto plazo	1
	Medio plazo	2
	Largo plazo	3
	Irreversible	4
<b>Recuperabilidad</b>	Recuperable de manera inmediata	1
	Recuperable a corto plazo	2
	Recuperable a medio plazo	3
	Recuperable a largo plazo	4
	Mitigable, sustituible y compensable	5
	Irrecuperable	8

<b>Extensión</b>	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
	Total	8

**IMPORTANCIA (I)**

**(Grado de manifestación cualitativa del efecto)**

$$I = \pm [3IN + 2EX + M + D + P+A+SI+E+RV + R]$$

**Fuente:** Conesa Fernández., 2010

***Evaluación de los impactos***

Para la valoración cualitativa de los impactos producidos por la explotación de carbón sobre cada uno de los componentes se ha utilizado la metodología de la Matriz de Importancia de Vicente Conesa, en donde se toma el conjunto de las acciones desarrolladas en cada una de las fases del proyecto sobre cada factor ambiental considerado, realizando la evaluación de impacto de manera global.

Los análisis fueron aplicados a los impactos negativos y positivos identificados en el proyecto durante las fases de construcción y montaje, explotación, cierre y abandono.

**Identificación y valoración de impactos para el escenario sin proyecto**

***Identificación de actividades***

A partir de la caracterización ambiental, principalmente del componente socioeconómico, donde se describe las actividades que se desarrollan actualmente en el área de influencia del proyecto se establecieron las actividades que generan impactos al medio ambiente; estas actividades se denominarán actividades sin proyecto, y se describen en la Tabla 27.

**Tabla 27**

***Actividades sin proyecto minero***

<b>Sector</b>	<b>Actividades</b>	<b>Definición</b>
Ganadería	Ampliación de la frontera pecuaria	Incrementar el número de tierras para dar paso a la actividad ganadera, a través de la remoción de la

		cobertura vegetal boscosa o arbustiva, estableciendo posteriormente pastos para ser manejados
Agricultura	Control químico y fertilización	Aplicación de químicos usados para la eliminación de microorganismos que afectan la vida fértil o productiva del terreno
	Comercialización	Venta de productos derivados de la leche y la carne y compra y venta de ganado.
	Ampliación de la frontera agrícola	Incrementar el número de tierras para el cultivo de diferentes especies agrícolas, a través de la remoción de la cobertura vegetal boscosa o arbustiva
	Control químico y fertilización	Uso de componentes químicas, para favorecer el crecimiento de los cultivos
	Laboreo del suelo	Preparación del suelo para mejorar su estructura, siembra del cultivo y cuidado del mismo.
Infraestructura social	Utilización de vías. Actividades antrópicas	Acciones o intervenciones desarrolladas por la población en el área para el desarrollo del proyecto.

Fuente. Autor, 2022

**Identificación de interacciones.** A partir de la caracterización de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico, se establecen las relaciones causa – efecto entre las actividades sin proyecto y los factores del medio, se construye la Matriz de Identificación de Interacciones. Tabla 28

**Tabla 28**

*Matriz de identificación de impactos sin proyecto*

Componente Ambiental	Elemento	Impacto	Actividades Actuales						
			Ganadería			Agricultura			
			Ampliación De La Frontera Pecuaria	Control Químico Y Fertilización	Comercialización	Ampliación De La Frontera Agrícola	Control Químico Y Fertilización	Laboreo Del Suelo	Actividades Antrópicas
Abiótico	Aire	Alteración de la calidad del aire (por							

		emisión de material particulado)					
		Alteración de la calidad del aire (por emisión de gases)					
		Alteración en la calidad del suelo					
	Suelo	Alteración de los servicios base del suelo					
		Cambio de uso del suelo					
	Geología	Inestabilidad del terreno/ alteración de las formas del terreno					
		Alteración en la disponibilidad de agua superficial					
	Agua	Alteración de los servicios de regulación de agua superficial					
		Disminución de los servicios base del agua superficial					
		Alteración de la calidad del agua superficial					
	Paisaje	Afectación de la estructura del paisaje					
	Fauna	Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna					
<b>Biótico</b>		Perdida de individuos de fauna					
	Flora	Modificación de la cobertura vegetal					
	Economía	Generación de empleo					
<b>Socio económico</b>		Generación de expectativas					
	Político organizativo	Conflictos sociales					

	Impactos Negativos
	Impactos Positivos

Fuente. Autor, 2022

**Identificación y definición de aspectos ambientales.** Se identifican los aspectos ambientales de cada actividad a partir de las actividades sin proyecto, los cuales se describen en

la Tabla 29.

**Tabla 29**

*Impactos identificados en el escenario sin proyecto*

Sector	Actividades	Impacto
<b>Ganadería</b>	<b>Ampliación de la Frontera pecuaria</b>	Alteración de la calidad del aire (por emisión de material particulado)
		Alteración en la calidad del suelo
		Alteración de los servicios base del suelo
		Cambio de uso del suelo
		Inestabilidad del terreno/ alteración de las formas del terreno
		Alteración en la disponibilidad de agua superficial
		Alteración de la calidad del agua superficial
		Afectación de la estructura del paisaje
		Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna
	Pérdida de individuos de fauna	
	Modificación de la cobertura vegetal	
	Generación de empleo	
	Generación de expectativas	
	Conflictos sociales	
	Alteración de la calidad del aire (por emisión de gases)	
	Alteración en la calidad del suelo	
	<b>Control químico y fertilización</b>	Alteración de los servicios base del suelo
		Alteración en la disponibilidad de agua superficial
Alteración de los servicios de regulación de agua superficial		



---

	Alteración de la calidad del agua superficial
	Generación de empleo
	Generación de expectativas
	Generación de empleo
<b>Comercialización</b>	Generación de expectativas
	Conflictos sociales
	Alteración de la calidad del aire (por emisión de material particulado)
	Alteración en la calidad del suelo
	Alteración de los servicios base del suelo
	Cambio de uso del suelo
	Inestabilidad del terreno/ alteración de las formas del terreno
	Alteración en la disponibilidad de agua superficial
	Alteración de los servicios de regulación de agua superficial
<b>Ampliación de la Frontera agrícola</b>	Alteración de la calidad del agua superficial
<b>Agricultura</b>	Afectación de la estructura del paisaje
	Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna
	Perdida de individuos de fauna
	Modificación de la cobertura vegetal
	Generación de empleo
	Generación de expectativas
	Conflictos sociales
	Alteración de la calidad del aire (por emisión de gases)
<b>Control químico y fertilización</b>	Alteración en la calidad del suelo
	Alteración de los servicios base del suelo

---

---

	Alteración en la disponibilidad de agua superficial
	Alteración de los servicios de regulación de agua superficial
	Disminución de los servicios base del agua superficial
	Alteración de la calidad del agua superficial
	Perdida de individuos de fauna
	Generación de empleo
	Generación de expectativas
	Alteración en la calidad del suelo
	Alteración de los servicios base del suelo
	Cambio de uso del suelo
	Alteración en la disponibilidad de agua superficial
	Alteración de los servicios de regulación de agua superficial
	Disminución de los servicios base del agua superficial
<b>Laboreo del suelo</b>	Alteración de la calidad del agua superficial
	Afectación de la estructura del paisaje
	Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna
	Perdida de individuos de fauna
	Modificación de la cobertura vegetal
	Generación de empleo
	Generación de expectativas
	Alteración de la calidad del aire (por emisión de material particulado)
	Alteración en la calidad del suelo
<b>Actividades antrópicas</b>	Alteración de los servicios base del suelo
	Cambio de uso del suelo

---

---

Alteración en la disponibilidad de agua superficial  
 Alteración de los servicios de regulación de agua superficial  
 Disminución de los servicios base del agua superficial  
 Alteración de la calidad del agua superficial  
 Afectación de la estructura del paisaje  
 Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna  
 Pérdida de individuos de fauna  
 Modificación de la cobertura vegetal  
 Generación de empleo  
 Generación de expectativas  
 Conflictos sociales

---

**Fuente.** Autor, 2022

### ***Predicción de los impactos***

**Elaboración de la matriz de impactos.** Con base a la información contenida en la caracterización de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos descritos en el capítulo 12, se realiza la matriz de los impactos ambientales, especialmente para dimensionar su intensidad y distribución.

Para la elaboración de la matriz de impactos se sigue la metodología, desarrollada por Conesa Fernández (2010), siguiendo los mismos criterios descritos en la evaluación y valoración de impactos descrita en la metodología, la cual se consolidó en la Matriz de Impacto (Anexo 1).

### ***Evaluación de los impactos***

**Elaboración de la matriz de importancia.** En la Matriz de Importancia se muestra la importancia de cada impacto en cada una de las actividades sin proyecto y la Importancia final del mismo, a partir de la calificación de impactos, Tabla 30.

Tabla 30

## Matriz de importancia sin proyecto por componente

Componente ambiental	Elemento	Impacto	Ganadería			Agricultura			Infraest. Social	% De importancia final	% De importancia por factor	% De importancia por componente
			Ampliación de la frontera pecuaria	Control químico y fertilización	Comercialización	Ampliación de la frontera agrícola	Control químico y fertilización	Laboreo del suelo	Actividades antrópicas			
Abiótico	Aire	Alteración de la calidad del aire (por emisión de material particulado)	-20	0	0	-27	-27	0	-36	4%	82%	
		Alteración de la calidad del aire (por emisión de gases)	0	-24	0	0	0	0	0	1%	18%	
	Suelo	Alteración en la calidad del suelo	-59	-58	0	-60	-54	-56	-48	11%	38%	
		Alteración de los servicios base del suelo	-59	-58	0	-60	-54	-58	-48	11%	38%	
	Geología	Cambio de uso del suelo	-59	0	0	-62	0	-46	-48	7%	24%	
		Inestabilidad del terreno/ alteración de las formas del terreno	-46	0	0	-45	0	0	0	3%	100%	66,98%
	Agua	Alteración en la disponibilidad de agua superficial	-29	-39	0	-30	-35	-36	-43	7%	29%	
		Alteración de los servicios de regulación de agua superficial	0	-39	0	-32	-37	-36	-43	6%	25%	
		Disminución de los servicios base del agua superficial	0	0	0	0	-37	-36	-42	4%	16%	
		Alteración de la calidad del agua superficial	-29	-39	0	-38	-38	-35	-41	7%	30%	
Biótico	Paisaje	Afectación de la estructura del paisaje	-44	0	0	-46	0	-46	-44	6%	90%	
		Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	-43	0	0	-46	0	-46	-44	6%	45%	
	Fauna	Perdida de individuos de fauna	-43	0	0	-46	-40	-46	-44	7%	55%	18,98%
		Flora	Modificación de la cobertura vegetal	-44	0	0	-44	0	-44	-44	6%	100%
Socio económico	Economía	Generación de empleo	27	26	25	23	23	23	22	6%	66%	
	Político organizativo	Generación de expectativas	25	26	21	24	23	23	22	5%	64%	14,05%
		Conflictos sociales	-26	0	-20	-24	0	0	-22	3%	36%	

Fuente. Autor, 2022

### ***Análisis de resultados evaluación ambiental sin proyecto***

Al realizar el análisis de los resultados obtenidos en la matriz de importancia descrita en la tabla 30 se puede concluir que el mayor componente de afectación esta dado para el medio abiótico, con un 66,98% de afectación; la ganadería, agricultura y las actividades antrópicas, representan los sectores que generan mayores impactos, principalmente por la actividad de ampliación de la frontera ganadera, ampliación de la frontera agrícola y las actividades antrópicas representadas en la minería de carbón artesanal o informal, pues incrementan de forma significativa la vulnerabilidad a los procesos erosivos, así como la contaminación al agua y al suelo.

Dentro del medio biótico la mayor afectación es representada por la pérdida de individuos de fauna entendido este último como el producto de la interacción de los factores bióticos, abióticos y socioeconómicos, pues todos tienen reflejo visual y funcional sobre el espacio.

En el medio biótico y socioeconómico la importancia varía entre el 18,98% y 14,05%, respectivamente, encontrándose en mayor afectación los componentes del medio biótico influenciados por la pérdida de individuos de fauna, así como la disminución y pérdida de calidad de hábitats para los mismos relacionados directamente con los elementos suelo y agua.

### **Identificación y valoración de impactos para el escenario con proyecto**

#### ***Identificación de los impactos***

Las diferentes etapas y actividades principales que involucra el desarrollo de la construcción y operación del proyecto se describen en la Tabla 31.

**Tabla 31***Etapas y actividades del proyecto minero que generan impactos ambientales*

<b>Etapa</b>	<b>Actividades</b>	<b>Definición</b>
<b>Construcción y montaje</b>	Contratación mano de obra, bienes y servicios	Etapa de vinculación y contratación de personal, y adquisición de los bienes y servicios necesario para el desarrollo de construcción y montaje.
	Adecuación de predios	Adecuación de los predios ya adquiridos para la planificación y construcción de los lugares de trabajo.
	Adecuación de infraestructura	Adecuación, montaje de la infraestructura necesaria requerida para el desarrollo de la actividad minera.
	Adecuación de vías	Adecuación y construcción de vías de acceso al proyecto.
	desmante	Clausura de la actividad minera a través del desmante de la infraestructura montada y recuperación de la cobertura vegetal.
<b>Explotación</b>	Contratación mano de obra, bienes y servicios	Etapa de vinculación y contratación de personal, y adquisición de los bienes y servicios necesario para el desarrollo de construcción y montaje.
	Operación de casino y oficinas	Almacenamiento de insumos, y adecuación de sistemas que garanticen agua potable y la disposición adecuada de residuos sólidos.
	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos	Desarrollo de las actividades de operación minera y mantenimiento a las máquinas y equipos instalados que garanticen su adecuado funcionamiento.
	Extracción de mineral y transporte	Proceso de remoción del mineral subterráneo. La extracción incluye operaciones de profundización y cargue del mineral.
	Adecuación, operación y mantenimiento de zonas de depósito de estéril	Adecuación de área para la disposición y almacenamiento de material proveniente de la excavación, suelo orgánico, desmante, escombros, etc. estériles, con sistemas que garanticen un adecuado drenaje de aguas lluvias.

<b>Cierre y abandono</b>	Desmantelamiento/demoliciones	Demolición de la infraestructura instalada: planta de tratamiento, el retiro de tolvas, maquinaria, redes de distribución.
	Sellado de bocaminas	Cierre de la entrada al túnel de explotación.
	Reconformación paisajística	Reconformación de las coberturas vegetales para volver a tener el paisaje natural. Incluye sellar los túneles de exploración.
	Desvinculación de personal	Terminación de relaciones laborales.

Fuente. Autor, 2022

**Identificación y definición de aspectos ambientales.** A partir de las actividades con proyecto se identificaron los aspectos ambientales, los cuales se describen en la Tabla 32

**Tabla 32.**

*Descripción de aspectos ambientales generados con el proyecto*

<b>Aspecto</b>	<b>Descripción</b>
Generación de empleo	La oferta y demanda de trabajo al personal de la región para el desarrollo de la actividad minera.
Generación de expectativas	Posibles percepciones o inquietudes que se pueden presentar en la comunidad aledaña al área del proyecto por las modificaciones y alteraciones económicas, sociales y ambientales que conllevaría el desarrollo de la actividad minera.
Generación de gases	Emisión de gases que afectan el estado natural del aire, por fuentes fijas o móviles presentes en el proyecto.
Generación de material particulado	Emisión de material particulado en la atmósfera, PM10 (material particulado con diámetro menor a 10 micras) y de PM2,5 (material particulado con diámetro menor a 2,5 micras), por el desarrollo de las actividades del proyecto tales como movimiento de tierras, disposición de materiales sobrantes y transporte del mineral.
Generación de residuos sólidos	Generación de residuos en cualquiera de las etapas del proyecto.
Generación de ruido	Sonido no deseado o molesto que puede generar molestias al entorno del área del proyecto, proveniente de los vehículos de transporte del mineral y equipos.
Generación de vertimientos NO domésticos.	Se puede presentar agua en el interior del túnel durante el proceso de explotación y se puede contaminar por componentes de las rocas.
Generación de vertimientos domésticos.	La infraestructura propia del proyecto demandará agua para consumo humano, lo que conlleva a la generación de vertimientos domésticos.

---

Transformación de la estructura del paisaje	Las modificaciones que se requieren para el desarrollo del proyecto involucran el cambio del entorno, donde se cambia la actividad de uso actual (agricultura, ganadería, residencia), para ser se remplazado por minería.
Remoción de la cobertura vegetal	Se requiere el retiro de las especies vegetales del área de influencia directa, necesaria para el desarrollo del proyecto.
Restitución de condiciones del sitio	Durante las diferentes etapas del proyecto, se deben restituir y/o recuperar los sitios afectados adecuando a partir de la reforestación y revegetalización.
Generación de erosión	Aunque actualmente existen actividades productivas que se llevan a cabo en territorio adyacente al proyecto minero, las actividades propias dela actividad inciden en la erosión del suelo.
Uso y consumo de agua	Se requiere agua en todas las etapas del proyecto.

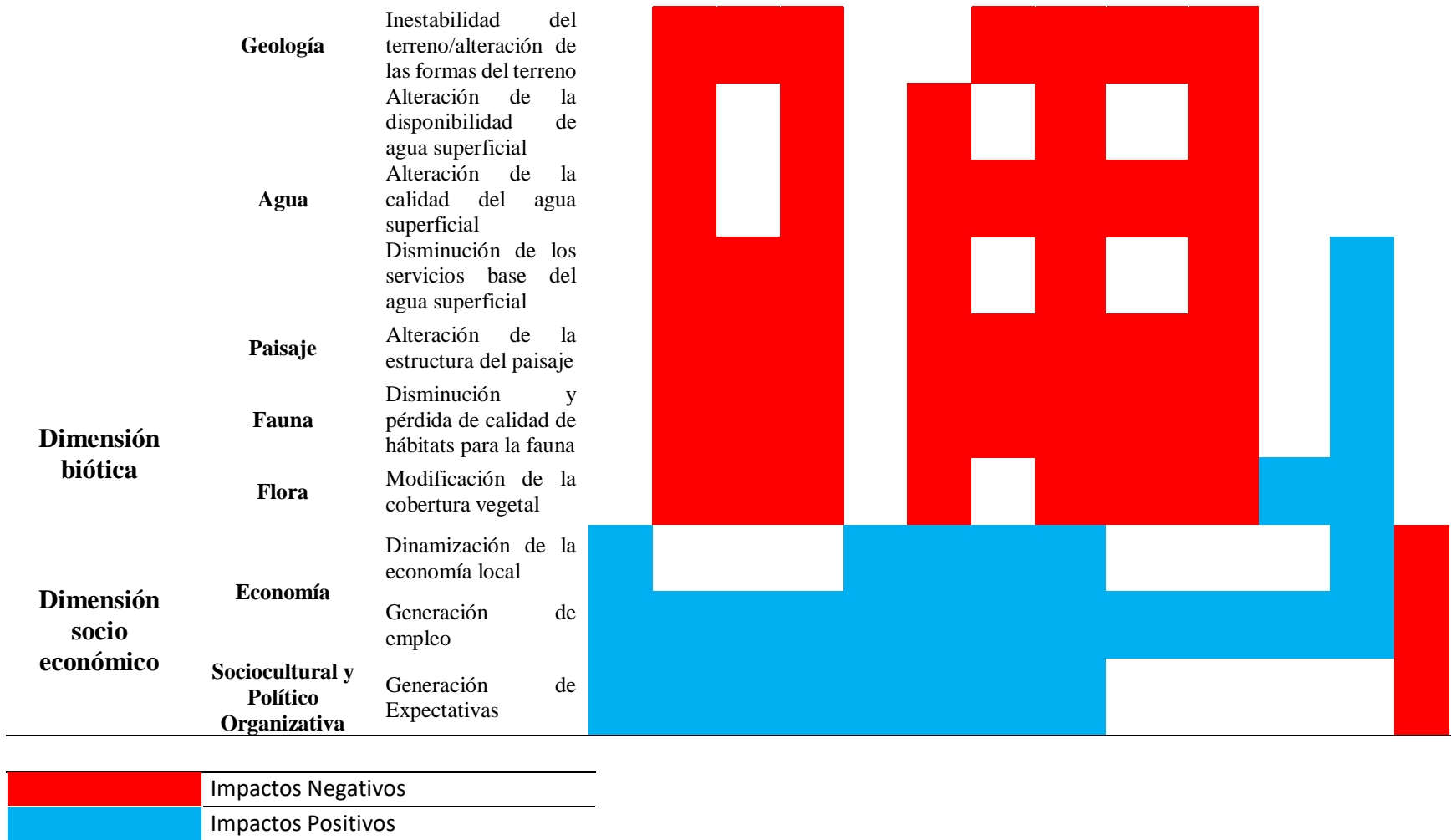
---

**Fuente.** Autor, 2022

**Identificación y definición de impactos ambientales.** Identificados los aspectos ambientales de cada actividad, se asocian los impactos que estos pueden generar, en cada uno de los componentes, los cuales se relacionan en la Tabla 33







Fuente. Autor, 2022

### ***Predicción de los impactos***

**Elaboración de la matriz de impactos.** Con base a la información contenida en la caracterización de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos descritos en el capítulo 12, se realiza la matriz de los impactos ambientales, especialmente para dimensionar su intensidad y distribución.

Para la elaboración de la matriz de impactos se sigue la metodología, desarrollada por Conesa Fernández (2010), siguiendo los mismos criterios descritos en la evaluación y valoración de impactos para el escenario sin proyecto.

Luego de tener identificada la naturaleza de cada impacto, esta se consignó en la Matriz de Impacto ( anexo 2).

### ***Evaluación de los impactos***

**Elaboración de la matriz de importancia.** En la matriz de importancia, Tabla 34 se muestra la importancia Total de cada impacto en las actividades con proyecto, basado en los resultados de la calificación de impactos ambientales.

Tabla 34

Matriz de Importancia con proyecto por componente

Componente ambiental	Elemento	Impacto	Construcción y montaje				Explotación					Cierre y abandono			% De importancia final	% De importancia por componente	% De importancia por factor	
			Contratación mano de obra, bienes y servicios	Construcción y adecuación de infraestructura	Adecuación de vías de acceso	Desmonte	Contratación mano de obra, bienes y servicios	Operación de casino y oficinas	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos	Extracción de mineral y transporte	Adecuación, operación y mantenimiento de zonas de depósito de estéril	Desmantelamiento/demoliciones	Sellado de bocaminas	Reconformación paisajística				Desvinculación de personal
Dimensión abiótica	Aire	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases	0	0	-33	0	0	-30	-29	-42	0	-29	0	0	0	3%	31%	
		Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado	0	-26	-31	0	0	0	-29	-42	-28	-29	0	0	0	4%	35%	
		Alteración de los niveles sonoros	0	-33	-23	0	0	0	-29	-43	-22	-32	0	0	0	4%	34%	
	Suelo	Cambio de uso del suelo	0	-40	-36	-53	0	0	-53	-53	-53	-53	53	56	0	9%	29%	
		Generación de residuos sólidos	0	-33	-27	-29	0	-32	-44	-33	-42	-35	0	0	0	6%	17%	
		Alteración de los servicios base del suelo	0	-51	-39	-56	0	-53	-41	-53	-50	-39	0	53	0	9%	28%	
	Geología	Alteración de la calidad del suelo	0	-50	-39	-54	0	-39	-41	-42	-55	-42	0	54	0	9%	68%	26%
		Inestabilidad del terreno/alteración de las formas del terreno	0	-54	-30	-41	0	0	-42	-50	-37	-33	0	0	0	6%	100%	
		Alteración de la disponibilidad de agua superficial	0	-34	0	-29	0	-38	0	-41	0	-37	0	0	0	2%	20%	
		Alteración de la calidad del agua superficial	0	-35	0	-29	0	-32	-31	-40	-30	-34	0	0	0	5%	43%	
Dimensión biótica	Paisaje	Disminución de los servicios base del agua superficial	0	-38	-32	-34	0	-40	0	-37	0	-34	0	50	0	4%	37%	
		Alteración de la estructura del paisaje	0	-36	-37	-33	0	-30	-35	-50	-42	-24	0	54	0	6%	100%	
	Fauna	Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	0	-33	-37	-38	0	-36	-33	-50	-37	-26	0	50	0	5%	100%	
	Flora	Modificación de la cobertura vegetal	0	-29	-36	-45	0	-33	0	-44	-30	-29	52	49	0	7%	12%	100%
Dimensión socio económica	Economía	Dinamización de la economía local	32	0	0	0	45	34	27	43	0	0	0	43	-30	5%	40%	
		Generación de empleo	32	26	27	24	45	33	27	31	24	27	25	25	-38	8%	20%	60%
	Sociocultural y Político	Generación de Expectativas	44	26	27	24	45	33	27	31	0	0	0	25	-39	7%	100%	

Fuente. Autor, 2022

La matriz proporciona la valoración absoluta de los factores que sufren las consecuencias de la actividad minera y los efectos sobre los componentes y factores, que en conjunto conforman el Ambiente Total.

**Aplicación de las medidas de control.** Se determinó el porcentaje Total de atención de cada impacto, según su importancia final y el porcentaje de importancia por factor, generando la matriz de atención de impacto donde se muestra el porcentaje de atención del impacto. Tabla 35

**Tabla 35***Porcentaje de atención a los impactos generados por el proyecto*

<b>Elemento</b>	<b>Impacto</b>	<b>PMA que atiende el impacto</b>	<b>Porcentaje de atención del impacto</b>	<b>Justificación</b>	
<b>Aire</b>	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases - por emisión de material particulado	Programa de manejo del recurso aire (control de gases y material particulado)	11%	El programa de manejo de recurso aire busca controlar la generación de gases y material particulado a través de la adecuación de las vías mineras, mitigar impactos mediante uso de carpas, polisombra, separación y disposición de residuos, señales de velocidad, la siembra de especies vegetales nativas, etc.	
		Programa de manejo de estéril			
<b>Suelo</b>	Alteración de los niveles sonoros	Programa de manejo de residuos sólidos	33%	Con el programa de manejo del recurso aire (ruido), se busca minimizar la generación de ruido en el área a través del mantenimiento a las máquinas y equipos del proyecto minero.	
		Programa de manejo del recurso aire (ruido)		Mediante la formulación de medidas de manejo se pueden recuperar algunas características físicas, químicas y ecológicas que permitan establecer parcialmente el uso anterior a la intervención de la actividad minera. Se mitigará con la medida del sistema de tratamiento de aguas mineras la posible afectación por residuos sólidos y el mineral de carbón.	
	Cambio de uso del suelo	Programa manejo y control de procesos erosivos		33%	A través de la implementación de medidas de manejo en la fuente, se pueden prevenir, mitigar y corregir la generación de residuos sólidos.
	Generación de residuos sólidos	Programa de manejo aguas residuales domésticas			
		Programa de manejo revegetalización y paisajismo.			
	Programa de manejo de aguas mineras	El plan de manejo ambiental atenderá el impacto mediante la reincorporación del material edáfico, la recuperación de			

	Alteración de los servicios base del suelo	Programa de manejo revegetalización y paisajismo.		los escenarios ecológicos a partir del establecimiento de coberturas vegetales.
	Alteración de la calidad del suelo	Programa de manejo de aguas de escorrentía		La alteración de la calidad del suelo es atendida por medidas de manejo de prevención, mitigación. Las medidas se enfocan a prevenir la ocurrencia de la alteración de la calidad del suelo, manteniendo las condiciones óptimas para el crecimiento de cobertura vegetal y haciendo un adecuado control sobre las aguas que entran en contacto con el mismo.
		Programa de manejo de estériles		
		Programa de manejo aguas residuales domesticas		
		Programa de manejo de aguas mineras		
	Inestabilidad del terreno/alteración de las formas del terreno	Programa manejo y control de procesos erosivos	6%	El plan de manejo se enfatizará en formular medidas preventivas y corregir aquellos eventos que se presenten en el proyecto. Entre las actividades se contempla la estabilización de terrenos, vías, adecuación de zonas de depósito de estéril entre otros.
		Programa de manejo de aprovechamiento forestal		
		Programa de cierre y abandono de instalaciones mineras		
	Alteración de la disponibilidad de agua superficial	Programa de manejo de agua para consumo humano	11%	Dentro del proceso de explotación se plantea la implementación de ahorro eficiente del agua, junto con la concesión de aguas para el uso de aguas residuales tratadas lo cual puede reducir la demanda sobre las fuentes de agua cercanas, así mismo se plantea la protección de los cuerpos de agua superficial , a través de capacitaciones y programas para la comunidad.
		Programa de manejo de aguas mineras		
		Programa de manejo de aguas residuales domesticas		
<b>Agua</b>	Alteración de la calidad del agua	Programa de manejo de estéril		Los efluentes domésticos e industriales que se generen serán tratados de acuerdo a lo descrito resolución 1207 de 2014. Además, se controlará el proceso de erosión con el fin de evitar la remoción de sólidos a cuerpos de agua. Así mismo se buscara el cuidado de los cuerpos de agua con siembra de especies nativas en su ronda, siempre y cuando sean aguas superficiales en propiedades públicas.
		Programa de manejo de aguas residuales domesticas		
		Programa de manejo de residuos solidos		

		Programa de manejo de aguas de escorrentía		
	Disminución de los servicios base del agua superficial	Programa de manejo de aguas residuales domesticas		Las medidas propuestas van dirigidas a evitar y mitigar las alteraciones de las actividades del proyecto minero puedan generar sobre el recurso hídrico y que afecten los servicios base del agua.
<b>Paisaje</b>	Afectación de la estructura del paisaje	Programa de manejo de estériles	6%	Las medidas propuestas van dirigidas a mitigar y/o disminuir las alteraciones propis del paisaje, a través de la rehabilitación de los terrenos.
		Programa de manejo aprovechamiento forestal		
		Programa de manejo revegetalización y paisajismo.		
<b>Fauna</b>	Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	Programa de manejo Fauna	5%	A partir de las acciones de educación ambiental, el establecimiento de la revegetalización y la conservación de la cobertura vegetal, se puede mantener, recuperar la calidad del hábitat.
		Programa de manejo revegetalización y paisajismo. Programa de manejo de educación y capacitación del personal		
<b>Flora</b>	Modificación de la cobertura vegetal	Programa de manejo de flora	7%	Mediante actividades del proyecto este impacto se comporta como positivo, pero se contemplan programas de manejo que con acciones como la revegetalización de áreas intervenidas, la capacitación a trabajadores y comunidad, que evitará la afectación a las coberturas vegetales aledañas, que no serán intervenidas por el proyecto.
		Programa de manejo repoblación y paisajístico		
<b>Economía</b>		Programa de manejo de contratación de mano de obra	13%	Para atender a este impacto positivo, las medidas que se plantean van dirigidas a promover la formación laboral del



	Dinamización de la economía local	Programa de seguimiento y monitoreo de educación y capacitación al personal vinculado		personal de la región, a través de la contratación de la mano de obra y la provisión de bienes y servicios.
	Generación de empleo	Programa de manejo de contratación de mano de obra		Para atender a este impacto positivo, las medidas que se plantean van dirigidas a promover la formación laboral del personal de la región, a través de la contratación de la mano de obra y la provisión de bienes y servicios.
<b>Sociocultural y política Organizativa</b>	Generación de expectativas	Programa de manejo de educación y capacitación del personal vinculado al proyecto Programa de manejo de información y participación comunitaria	7%	Este impacto positivo, se planteará con el fin de fortalecer las acciones positivas que la ejecución del proyecto conlleve a la comunidad, en general.

Fuente. Autor, 2022

### *Análisis de resultados evaluación ambiental con proyecto*

En general, la etapa que resulta ser más impactante sobre el ambiente es la de explotación, ya que en ella se concentran los impactos severos asociados al desarrollo del proyecto.

**Medio abiótico.** En los resultados de la calificación de impactos según el sector impactante es posible encontrar los elementos suelo y agua como los mayormente afectados, tanto en la etapa de construcción y montaje, como en la explotación debido a que en las actividades realizadas se encuentran la mayoría de los impactos severos.

En la etapa de construcción y montaje, la actividad de desmonte presenta una afectación severa al impacto denominado cambio en el uso del suelo, debido a que en esta se remueve la cobertura vegetal, haciendo así que se disminuyan los recursos proporcionados por los recursos naturales en el momento de realizar el montaje del proyecto; los impactos alteración de los servicios base del suelo y alteración de la calidad del suelo también se encuentran valorados de manera severa debido a las actividades de desmonte y construcción y adecuación de la infraestructura ya que en estas se ven afectados los procesos para la formación y cuidado del suelo pues intervienen en los procesos ecológicos que van a servir como soporte de formación para otros componentes.

Los impactos al elemento agua, en la actividad de adecuación y construcción de la infraestructura se encuentran calificados como severos (alteración de la calidad del agua superficial y disminución de los servicios base de agua superficial), debido a que en los diferentes procesos se puede interferir en las interacciones del agua como soporte de vida para las especies encontradas en el área del proyecto ya que se van a introducir elementos ajenos al medio.

Para el componente aire y paisaje los impactos son calificados como moderados, ya que se ejerce un determinado control sobre las emisiones de material particulado y gases, así como se cuida no modificar de manera radical la estructura del paisaje con la adecuación del proyecto.

En la etapa de explotación, la extracción de mineral y transporte del mismo, así como la operación y mantenimiento de equipos, cascos, oficinas y zonas de almacenamiento de estéril se considera como unas de las actividades que causan mayor cantidad de impactos severos sobre los componentes ambientales, para el componente aire, es posible encontrar impactos moderados tales como la alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado y gases, así como la alteración de los niveles sonoros pues esta actividad se realizará de manera continua durante la extracción de carbón, implica la permanencia del transporte del mineral y la alteración de los niveles sonoros. Para el componente aire, los efectos que pueden llegar a causar impactos sobre el ambiente, generando material particulado y gases están dados por las actividades de transporte, operación de equipos, la adecuación de las vías de acceso y las acciones en la construcción y adecuación de infraestructura.

En el elemento suelo, la extracción de mineral y transporte del mismo, así como la operación y mantenimiento de equipos, cascos y oficinas se encuentran afectaciones severas en cuanto a el cambio del uso del suelo, alteración de los servicios base del suelo y alteración de la calidad del mismo, conllevando a posibles procesos erosivos que se puedan presentar producto de las actividades.

El agua en la actividad de extracción de mineral para los impactos alteración de la disponibilidad, calidad y servicios base de agua superficial es calificada como un impacto moderado, teniendo en cuenta que el aprovechamiento de la misma es racionalizado, sin afectar las interacciones al interior del ecosistema.

Otro de los impactos encontrados tanto en la etapa de construcción y montaje como en la de extracción, es la pérdida de la estabilidad del terreno que se considera, es uno de los impactos que causa mayor afectación al componente abiótico, calificada como severa, ya que se asocia a los procesos morfodinámicos y a la pérdida de estabilidad del terreno.

Finalmente, las afectaciones del paisaje se evidencian en el cambio de actividad, donde las actividades que más impactan el paisaje son la construcción y montaje y cierre y abandono, en esta última el impacto es de carácter positivo pues a través de los planes de manejo ambiental, se busca retornar los componentes al estado en el que estaban antes del desarrollo del proyecto.

**Medio biótico.** En el componente biótico, la disminución y pérdida de calidad de hábitats para fauna se calificó como un impacto severo, durante la etapa de extracción de mineral y transporte, pues a pesar de que el área se encuentra intervenida en su mayoría, dada la magnitud del proyecto los impactos se magnifican, la modificación de la cobertura vegetal se encuentra calificada como un impacto moderado tanto en la etapa de construcción y montaje como en la etapa de explotación.

En la etapa cierre y abandono se presentan impactos favorables debido a la actividad de sellado de bocaminas y reconfiguración paisajística pues se pretende que los componentes del medio biótico vuelvan al estado en que se encontraban.

**Medio Socioeconómico.** Los impactos analizados del componente económico son favorables y beneficiosos, debido al cambio económico de la población generado por el desarrollo del proyecto, pues será necesaria la contratación de la mano de obra, permitiendo así la dinamización de la economía, sumado a esto la generación de expectativas en la población presentada también como impacto positivo, asociado a los beneficios económicos y sociales, así

como mejoramiento de la infraestructura en el área de influencia del proyecto.

En la etapa de cierre y abandono, los impactos asociados al componente socioeconómico se presentan de manera negativa debido a la desvinculación del personal en la finalización del proyecto de explotación, pues, aunque se realizaran los anuncios con antelación y la desvinculación a medida que finalice el proyecto, se presentarían afectaciones al componente socioeconómico, ya que la dinamización de la economía, la generación de empleo y expectativas se reducirá con el paso del tiempo, luego de finalizada las labores de cierre mineras.

### **Análisis de resultados de evaluación de impactos sin y con proyecto**

Articulando los resultados de la evaluación ambiental para los escenarios “sin proyecto” y “con proyecto”, mostrados en la Matriz de Importancia, se puede concluir que, para el medio abiótico, el desmonte de la capa vegetal del suelo, la extracción de mineral y transporte, así como la adecuación, operación y mantenimiento de zonas de depósito de estéril son consideradas las actividades que generan la mayor cantidad de impactos del orden de severos en cuanto a los elementos suelo y aire. Para el componente agua, la consideración de impacto para con proyecto es menor, teniendo en cuenta que en el área de influencia directa los puntos de agua existentes son escasos, como se observa en la Tabla 36.

Tabla 36

Tabla comparativa de evaluación de impactos sin y con proyecto

Componente ambiental	Elemento	Impacto	Sin proyecto			Con proyecto		
			% De Importancia Por Impacto	% Importancia Por elemento	% Importancia Por Componente	% De Importancia Por Impacto	% Importancia Por elemento	% Importancia Por Componente
	Aire	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases	1%			3%		
		Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado	4%	5%		4%	11%	
		Alteración de los niveles sonoros	0%			4%		
		Cambio de uso del suelo	7%			9%		
Dimensión abiótica	Suelo	Generación de residuos solidos	0%		67%	6%		68%
		Alteración de los servicios base del suelo	11%	29%		9%	33%	
		Alteración de la calidad del suelo	11%			9%		
	Geología	Inestabilidad del terreno/alteración de las formas del terreno	3%	3%		6%	6%	
		Agua	Alteración de la disponibilidad de agua superficial	7%	24%		2%	11%

<b>Dimensión biótica</b>	<b>Paisaje</b>	Alteración de la calidad del agua superficial	7%		5%		
		Alteración de los servicios de regulación de agua superficial	6%		0%		
		Disminución de los servicios base del agua superficial	4%		4%		
	<b>Fauna</b>	Alteración de la estructura del paisaje	6%	6%	6%	6%	
		Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	6%	13%	5%	5%	
	<b>Flora</b>	Perdida de individuos de fauna	7%		19%	0%	12%
<b>Dimensión socio económico</b>	<b>Economía</b>	Modificación de la cobertura vegetal	6%	6%	7%	7%	
		Dinamización de la economía local	0%	6%	5%	13%	
	<b>Sociocultural y Político Organizativa</b>	Generación de empleo	6%		14%	8%	20%
		Generación de Expectativas	5%		7%	7%	
		Conflictos sociales	3%	8%	0%		

Fuente. Autor, 2022

Al realizar el análisis del medio biótico en la evaluación de impacto con proyecto, es posible encontrar que en la etapa de explotación la actividad de extracción de mineral y transporte es la que genera mayor cantidad de sobre el componente fauna, teniendo en cuenta que promueve la disminución y pérdida de calidad de hábitats para fauna; en el escenario sin proyecto, la infraestructura social, agricultura y minería son las etapas que generan mayor cantidad de impactos moderados teniendo en cuenta las actividades antrópicas, la utilización de vías de acceso al proyecto, la minería de carbón artesanal o informal y la ampliación de la frontera agrícola debido a que modifican de forma significativa la cobertura vegetal promoviendo la disminución y pérdida de calidad de hábitats para fauna así como la pérdida de individuos, entendiéndose de esta manera, que las actividades sin proyecto o con proyecto tienen repercusiones significativas sobre el ambiente en especial sobre los individuos de fauna y flora si no se ejerce un control adecuado sobre las mismas. Siendo importante aclarar que con el desarrollo del proyecto NO se magnifica el impacto sobre la flora y la fauna terrestre, al contrario, la intervención será de importancia moderada y las acciones ejecutadas en la última etapa del proyecto más las medidas correctoras, en el área de influencia, beneficiará la cobertura vegetal, los individuos y poblaciones de flora y fauna terrestre.

En el componente socioeconómico para los escenarios sin proyecto y con proyecto los impactos son considerados beneficiosos y favorables teniendo en cuenta que están directamente relacionados con la generación de empleo y dinamización de la economía local, permitiendo así el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, en cuanto a la fase final en el escenario con proyecto, la desvinculación del personal al finalizar las labores mineras va a generar impactos de tipo negativo teniendo en cuenta que la población deberá buscar nuevas alternativas para la generación de ingresos, para lo cual se tomarán medidas de manejo donde se capacitará a



la población en oficios que se puedan desarrollar en el área del proyecto y traigan consigo el mejoramiento de las condiciones de vida, permitiendo así la disminución de los impactos por el cambio en la actividad económica

En el componente suelo actualmente se presentan procesos morfodinámicos y de inestabilidad del terreno, asociados a la infraestructura social existente tales como las vías de acceso al proyecto teniendo en cuenta, que en su totalidad no cuentan con manejo adecuado de aguas de escorrentía, así como los procesos agrícolas y ganaderos desarrollados por la población los cuales debilitan la estructura del suelo; la implementación del proyecto producirá inestabilidad en el terreno de manera moderada, sin embargo, con el objeto de minimizar los impactos generados por el desarrollo del proyecto se plantean medidas preventivas y/o de mitigación, que van desde diseño de sistemas de compactación y planes de manejo, haciendo énfasis en el manejo de aguas de escorrentía.

Uno de los elementos más importantes en el escenario con proyecto y sin proyecto es el agua, este elemento es fundamental tanto para el desarrollo de las actividades del proyecto minero, como para las actividades de uso actual, la agricultura, provocando impactos sobre la hidrografía presente: alteración de la disponibilidad de agua superficial, alteración de su calidad y disminución de los servicios base del agua superficial. En los planes de manejo ambiental se debe reducir el impacto definiendo medidas de prevención, mitigación y control en cada una de las etapas del proyecto.

En términos generales, el desarrollo del proyecto traerá consigo efectos positivos asociados al mejoramiento de las condiciones tanto económicas como laborales de la población involucrada, así como la adecuación y mantenimiento de la infraestructura teniendo en cuenta los planes de manejo ambiental los cuales están orientados por la premisa de “dejar el área del

proyecto en mejores condiciones de las que se encontraba antes de iniciar el mismo”, dando cumplimiento así, a los requisitos establecidos en la normatividad vigente, proveyendo prioridad al cuidado los recursos y la población.

### **Zonificación ambiental**

Con la zonificación ambiental, se busca a través de la interpretación de los ecosistemas presentes, la delimitación del área de interés que permita conducir a la toma de las decisiones necesarias frente a su posible intervención. Con la caracterización de cada uno de los componentes y la evaluación de los potenciales impactos ambientales que provocará el desarrollo de la actividad minera, se identificaron las zonas, las cuáles se clasificaron de la siguiente manera:

- **Áreas De Exclusión (Color rojo):** son aquellas áreas que no pueden ser intervenidas por las actividades del proyecto, dado sus características de fragilidad y sensibilidad ecosistémicas y socioeconómicas. Son de gran importancia para el mantenimiento de la biodiversidad regional y por los servicios ambientales actuales y potenciales que prestan.

Dentro de esta área se encuentran los ecosistemas estratégicos, de conservación y manejo especial de los municipios, proyectadas de acuerdo con los POT municipales del área de influencia del proyecto.

Para efecto del área del proyecto, los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos que se contemplan como áreas de exclusión están determinados por la ronda hídrica y demás cuerpos de agua que se encuentra dentro del polígono minero.

Para efecto del proyecto, en el área de influencia donde se identifican los drenajes quebradas Sin Nombre, para este drenaje se definió la franja de protección hídrica de 30 metros de distancia, de acuerdo con lo estipulado en el literal (b) del Artículo 3, del Decreto 1449 de 1997 y literal (d) del Artículo 83, Capítulo II, del Decreto Ley 2811 de 1974 y su adición en el decreto 2245 de 2017.

También se clasifico con área de exclusión a los nacederos localizados en el polígono de concesión FHR-082, dándoles un buffer de protección de 100m. A reservorios 50 m de buffer de protección.

- **Áreas De Intervención Con Restricciones:** Son las áreas en las que se debe tener condiciones especiales de cuidado y ciertas restricciones en el desarrollo de las actividades y etapas del proyecto, debido a la sensibilidad de los componentes.

Estas áreas corresponden a las de baja potencialidad ecosistémica por su estado de desarrollo, incluyen las coberturas arbustivas, herbazales, pastos, menos estructuradas que corresponden a mosaicos de pastos con espacios naturales y mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales en el área de influencia del proyecto. Estas áreas, aunque son bajas en términos de su capacidad para ofertar condiciones de hábitat, tienen una potencialidad, ya que ofrecen variedad de semillas y plántulas que pueden ser usadas para restaurar y compensar las zonas afectadas al proyecto, con el fin de mejorar la conservación del área.

La restricción media recae a aquellas áreas con restricción media, con potencial de interés social, como vías de acceso y unidades habitacionales, tendrán un margen de restricción de 10 metros. En el caso de vías de acceso estas recibirán un manejo de mantenimiento dado el uso por parte del proyecto.

En esta categoría se definió la presencia de casas la cual se le realizó un buffer de 10 m a la redonda generando un área de protección.

Finalmente se tomó una restricción con un nivel bajo (intervención con restricción baja) a las zonas donde se localizan las coberturas de plantación forestal, Arbustal, herbazal, mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales.

- **Áreas de Intervención:** En esta área se puede desarrollar el proyecto minero bajo los lineamientos del plan de manejo ambiental, acorde con las actividades y etapas del mismo. En esta área no se presentan restricciones representativas que afecten los componentes abiótico, biótico y socioeconómico.

Estas áreas corresponden el área de influencia indirecta del proyecto, donde el uso del suelo actual está dado por actividades de agricultura y ganadería en gran extensión.

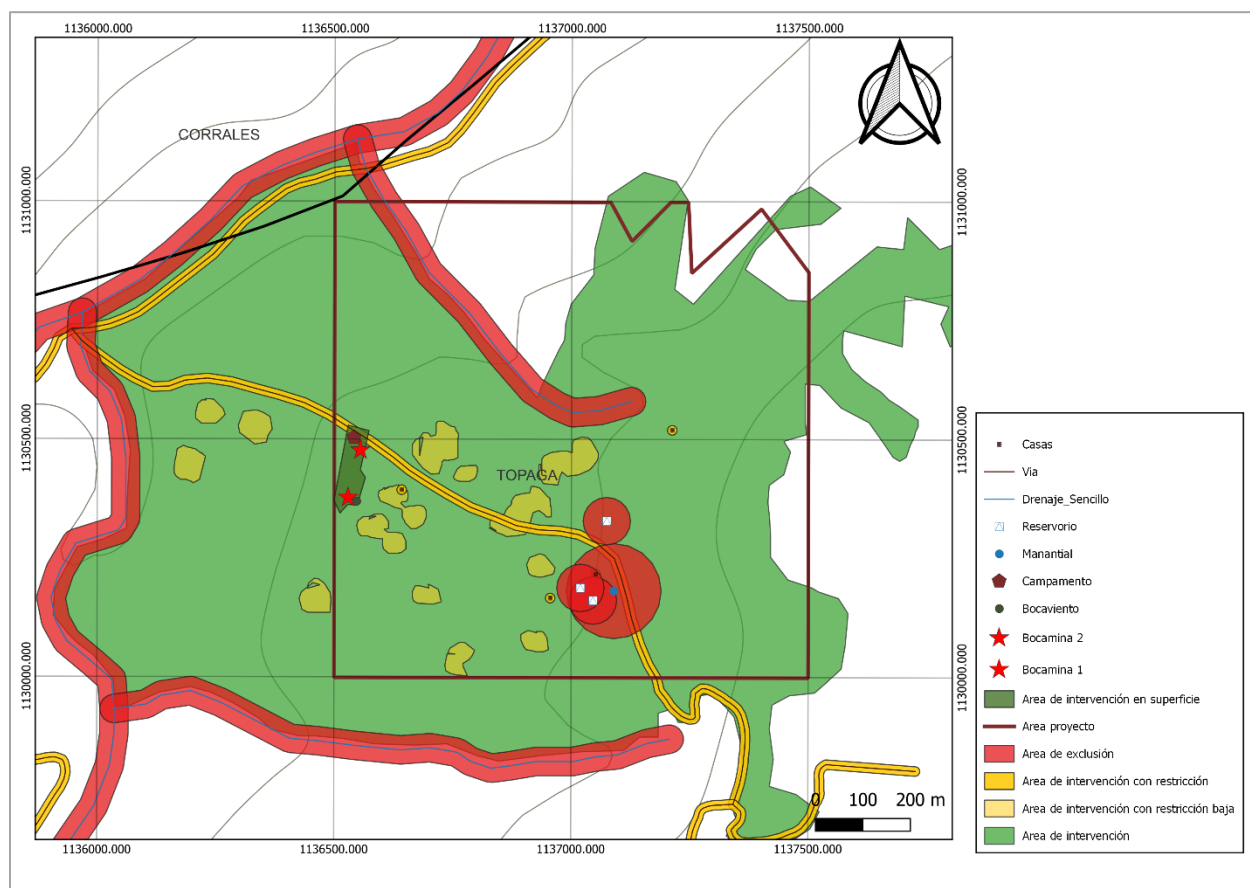
Corresponden a las coberturas vegetales de pastos limpios, mosaico de cultivos con espacios naturales y mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales.

Para los componentes abiótico y biótico, las áreas libres para intervención en el título minero FHR-082, corresponden a las zonas en la cual se desarrollará la infraestructura de extracción, resultado de la diferencia entre el área total de interés de explotación y las áreas de exclusión. Las coberturas vegetales a intervenir corresponden a plantación forestal, y se aclara que esta área ya se encuentra intervenida con infraestructura minera informal con más de cinco años sin laborar.

De acuerdo a la clasificación de las áreas sensibles descritas anteriormente, La zonificación ambiental del proyecto FHR-082, se presenta en la Figura 21.

Figura 21

Mapa zonificación de manejo



**Nota.** Adaptado de plancha 172 – Cartografía Básica. IGAC. Fuente: Autor, 2022

## Plan de manejo ambiental

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) es una herramienta de gestión ambiental, la cual, una vez realizada la evaluación ambiental, permite planificar, definir y facilitar la aplicación de medidas ambientales y sociales que prevengan, mitiguen y controlen los impactos y efectos generados por las actividades del proyecto minero, desde su construcción hasta el cierre y abandono del proyecto.

El Plan está conformado por un conjunto de medidas orientadas a prevenir, mitigar, reparar o compensar los impactos ambientales potenciales del Proyecto, denominados programas de manejo ambiental acorde a las siguientes definiciones:

- **Medidas de compensación:** acciones dirigidas a subsanar y recompensar al entorno y comunidades afectadas por los efectos negativos que se generan en el desarrollo del proyecto y que no puedan ser evadidos, corregidos, mitigados o sustituidos.
- **Medidas de corrección:** Son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar los ambientes afectados por el proyecto.
- **Medidas de mitigación:** Acciones dirigidas a disminuir los impactos y efectos negativos que el proyecto tenga sobre el medio ambiente.
- **Medidas de prevención:** Acciones dirigidas a evitar los impactos y efectos negativos ocasionados sobre el medio ambiente por el desarrollo de las actividades del proyecto.

El contenido de cada programa incluye: objetivos, metas, actividades que ocasiona el impacto y el impacto que genera, tipo de medida y acciones de prevención, mitigación, corrección o compensación, etapa de aplicación de las medidas planteadas, diseño de las acciones a desarrollar con su respectivo cronograma y cuantificación de la medida, indicadores de seguimiento y monitoreo que se utilizarán para evaluar el desempeño del programa, lugar de

aplicación, personal requerido, responsable de la ejecución y por último la cuantificación monetaria de las acciones a ejecutar. Con esta información, se brinda la herramienta necesaria que garantiza el manejo de los impactos generados y permite llevar el seguimiento y monitoreo de las mismas, en el tiempo planeado.

En la Tabla 37 se presentan los Programas de manejo ambiental definidos para cada uno de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico, que permite dar respuesta a los efectos causados por el desarrollo del proyecto.

**Tabla 37**

*Listado de programas de manejo ambiental*

<b>Medio</b>	<b>Código</b>	<b>Programa de manejo</b>
<b>Abiótico</b>	PMA-MA-01	Programa de manejo y control de gases y partículas
	PMA-MA-02	Programa de manejo y control de ruido
	PMA-MA-03	Programa de manejo de agua de escorrentía
	PMA-MA-04	Programa de manejo de aguas residuales domesticas
	PMA-MA-05	Programa de manejo de aguas mineras para reúso
	PMA-MA-06	Programa de manejo de aguas de consumo
	PMA-MA-07	Programa de manejo de revegetalización y paisajismo
	PMA-MA-08	Programa de manejo y control de procesos erosivos
<b>Biótico</b>	PMA-MA-09	Programa de manejo y disposición de estériles
	PMA-MA-10	Programa de manejo de residuos sólidos
	PMA-MA-11	Programa de manejo de cierre y abandono
	PMA-MB-12	Programa de manejo de flora
	PMA-MB-13	Programa de aprovechamiento forestal
<b>Socioeconómico</b>	PMA-MB-14	Programa de manejo de fauna
	PMA-MS-15	Programa de manejo de información y participación comunitaria
	PMA-MS-16	Programa de manejo de contratación de mano de obra
	PSM-MA-17	Programa manejo de educación y capacitación al personal vinculado

**Fuente:** Autor, 2022





### ACCIONES A DESARROLLAR

#### Manejo de material particulado

- Humectación y recebado de vías.
- Construcción de tolvas en las minas; adecuación de la tolva de la mina para así mitigar las emisiones de polvo ocasionado por el viento.
- Cubrir totalmente la carga con carpa amarrada a la carrocería.

#### Manejo y control de gases.

- Disponer del equipo de medición de gases y llevar registro en tableros y libretas.
- Establecer estaciones de monitoreo de aire en el área de influencia de las explotaciones (patio de estériles, botadero)
- Realizar mantenimiento periódico de maquinaria y equipos para el control de emisión de gases.

#### Manejo para el almacenamiento , transporte y manejo del carbón

Sitio de disposición: El carbón es depositado en una tolva tipo rumbón existente con capacidad de almacenar 35 toneladas de carbón tipo térmico.

#### Cargue y Descargue

El carbón es depositado en las tolvas por medio del coche que viene del interior de la mina y que a su vez se desplaza con ayuda mecánica. El descargue se realiza por gravedad hacia las tolvas y de ahí a los vehículos de carga para los centros de consumo.

### ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

- Realizar monitoreos de calidad del aire una vez al año donde se analice: Partículas Suspendidas Totales (TSP), Material Particulado igual o menor a 10 micras (PM10), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) y Monóxido de Carbono (CO), para poder realizar un seguimiento al componente atmosférico.
- Los vehículos deberán contar con certificado de emisiones (Resolución 005 de 1996 del Ministerio de Medio Ambiente).
- Cambios de filtro de aire y aceite según catálogo
- Exigir el certificado técnico ambiental de emisión de gases a los vehículos como requisito para su vinculación.
- Realizar mantenimiento preventivo a los equipos y maquinaria, y llevar su registro en las respectivas hojas de vida del equipo.
- Se debe procurar mantener limpias y en buen estado las vías del proyecto, para evitar tener aumento en la emisión de material particulado, haciendo uso de material de recebo, además de la adecuación de cunetas para el drenaje de aguas lluvia.
- Realizar humectación de las vías durante el periodo de sequía comprendido en los meses de febrero y agosto; la humectación será en las horas de la mañana durante los días en que se vaya a realizar transporte de material, a fin de controlar el material particulado, por medio del uso de agua comprada.
- Controlar la velocidad de los vehículos que transiten por las vías, considerando una restricción del límite de velocidad de 30 km/h, utilizando la señalización adecuada, en las vías de acceso al proyecto.
- En cada una de las salidas o entradas de volquetas se debe llevar a cabo una verificación del carpado de las volquetas con el fin de evitar una polución o escape móvil del material que se está transportando.
- La frecuencia de entrega de residuos sólidos orgánicos al relleno sanitario, empresas o asociaciones de reciclaje o gestores, no debe superar los 15 días, con el fin de evitar la generación de olores ofensivos fuertes.

- La ubicación de los sitios de acopio de los residuos orgánicos deberá instalarse distante a zonas habitadas, se debe cerrar por todos sus costados, con el fin de evitar la emisión de olores, así como el acceso de insectos, roedores y otras clases de animales, igualmente evitar el ingreso de agua lluvia.
- Evitar la localización de maquinaria, insumos o estructuras que limiten el libre paso del aire en la zona de talleres, almacenamiento de combustible y acopio de residuos aceitosos, con el fin disminuir la posibilidad acumulación de gases y olores ofensivos.

### SEGUIMIENTO Y MONITOREO

ACTIVIDAD	INDICADOR DE AVANCE %
Monitoreo calidad de aire	(No de monitoreos realizados / No monitoreos programados) * 100
Control de emisiones vehiculares	(# de vehículos con certificado ambiental de emisiones (vigente)/# de vehículos contratados ) *100
Mantenimiento de equipos	Número de mantenimientos realizados/número de mantenimientos programados*100
Atención a quejas y reclamos	(# de quejas atendidas/ # total de quejas) *100
Humectaciones viales	Frecuencia de riego ejecutada / Frecuencia de riego requerida* 100
Cubrimiento con polisombra	Total, número de tolvas cubiertas /total número de tolvas proyectadas a cubrir *100
Revisión de carpado de volquetas	Numero de revisiones realizados/número de revisiones mensuales programados *100

Fuente: Autor, 2022

### *Programa de manejo y control de ruido*

#### **Figura 23**

#### *Programa manejo y control de ruido*

PMA_MA_02	Programa de manejo del recurso aire (ruido)
<b>OBJETIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer las medidas de manejo ambiental para la prevención y mitigación del ruido generado.</li> </ul>
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener los niveles de ruido máximos permisibles establecidos en la Ley.</li> <li>• Realizar el 80% de las capacitaciones propuestas para la prevención del ruido</li> <li>• Realizar la entrega del 90% de elementos de protección auditiva al personal expuesto.</li> <li>• Realizar el mantenimiento al 85% de los equipos y herramientas que generan ruido</li> <li>• Realizar la construcción de barreras al 85% de los equipos generadores de ruido.</li> </ul>
<b>ACTIVIDADES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción y adecuación de infraestructura</li> </ul>

<b>QUE OCASIONAN EL IMPACTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adecuación y construcción de vías</li> <li>Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos</li> <li>Extracción de material y transporte</li> <li>Adecuación, operación y mantenimiento de depósito de estéril</li> </ul>						
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de los niveles sonoros</li> </ul>						
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación
<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>	Área de influencia del proyecto de concesión						
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	Ingeniero en Minas, operario de seguridad minera, técnico en prevención, control y monitoreo de emisiones.						
<b>RESPONSABLE EJECUCIÓN</b>	Titular minero del FHR-082						

### PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	PRESUPUESTO		AÑO 1											
	UNIT \$	TOTAL \$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Construcción de barreras	1000000	1000000												
Mantenimiento preventivo maquinaria(2)	800000	1600000												
Capacitaciones (4)	800000	3200000												
Entrega de EPP (4)	300000	1200000												

### ACCIONES A DESARROLLAR

- Construcción de casetas en madera u otro material, para equipos generadores de ruido que se encuentran a la intemperie.
- Dotación de EPP, entre ellos los auditivos para los trabajadores que se encuentren expuestos a altos niveles de ruido.
- Capacitaciones sobre manejo y consecuencias del ruido
- Construcción de barreras vivas

### ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

Se debe realizar capacitaciones a los conductores con el fin de sensibilizar sobre el uso de bocinas, velocidades y demás actividades que en su ejecución generen niveles de ruido en el área del proyecto. Tratando los siguientes temas:

- Correcto uso de cornetas
- Control de los pitos y sirenas de los vehículos y maquinaria
- Mantenimiento preventivo de los vehículos y maquinaria

Todos los trabajadores expuestos a altos niveles de ruido deberán utilizar elementos de protección auditiva y someterse a exámenes periódicos (decreto 1072/2015 y decreto 1886/2015)

Elementos de Protección personal de tipo inserción y/o copa.

#### **Construcción de barreras vivas**

Con la instalación de barreras vivas se favorece la depuración del aire, ya que atrapa el material particulado y sirve de barrera para que amortigüe el ruido generado por las actividades del proyecto.

Para la construcción de estas barreras o cercos vivos, se debe identificar las áreas perimetrales, sin que estas interrumpan o pongan en riesgo la movilización o actividades propias del proyecto.

Las especies y el método de siembra, se debe realizar de acuerdo a los lineamientos de la implementación de las barreras, realizando seguimiento continuo. Se recomienda que las barreras vivas se instalen con especies arbustivas y/o arbóreas propias de la zona.

#### SEGUIMIENTO Y MONITOREO

ACTIVIDAD	INDICADOR DE AVANCE %
Capacitaciones sobre manejo del ruido	Número de capacitaciones realizadas/número de capacitaciones propuestas*100
Entrega de Elementos de Protección Personal	Número de entregas de EPP realizadas/número de entregas de EPP programadas*100
Mantenimientos	# de mantenimientos realizados /# de mantenimientos programados *100
Construcción de barreras vivas	#de metros de barrera construida/# de metros de barrera viva programada *100
Construcción de barreras para equipos generadores de ruido	#de barrera construidas/# de equipos generadores de ruido *100

Fuente: Autor, 2022

### *Programa de manejo de agua de escorrentía*

#### **Figura 24**

### *Programa de manejo de aguas de escorrentía*

PMA_MA_03	Programa de manejo de aguas de escorrentía						
<b>OBJETIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir que las aguas lluvias se contaminen por el contacto con aguas residuales y áreas con presencia de residuos.</li> </ul>						
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construir el 80% del sistema de canalización requerido para el control de las aguas lluvias para evitar el contacto del agua de escorrentía con las áreas de trabajo.</li> <li>Realizar inspección y mantenimiento al 85% de los sistemas de canalización de aguas lluvias construidos con el fin de mantener su adecuado funcionamiento.</li> <li>Construir el 80% de los sedimentadores por sistema de canalización.</li> </ul>						
<b>ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción y adecuación de infraestructura</li> <li>Extracción de material y transporte</li> </ul>						
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Degradación de terrenos o suelos en el área de la mina</li> <li>Activación de procesos erosivos</li> <li>Alteración de las propiedades físico químicas del agua.</li> <li>Alteración de drenajes naturales</li> </ul>						
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación
<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>	Área de influencia del proyecto de concesión						
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	Personal operativo bajo la supervisión de personal Idóneo en el manejo						
<b>RESPONSABLE EJECUCIÓN</b>	Titular minero del FHR-082						

### CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

Actividades	Presupuesto (anual)		Año 1											
	Unit \$	Total \$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Construcción zanjas de coronación (26)	5000	130000												
Mantenimiento	500000	500000												

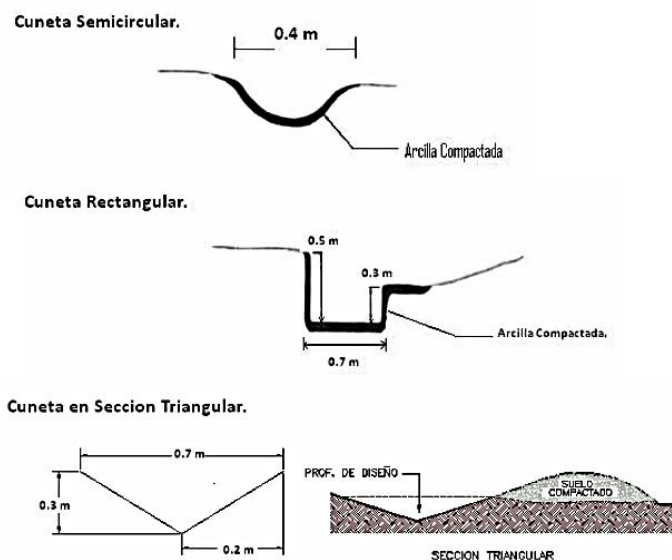
### ACCIONES A DESARROLLAR

- Para evitar que las aguas de escorrentía erosionen las bocaminas y el botadero, se diseñara un sistema de drenaje, el cual se encargara de recibir, desviar y evacuar el agua de escorrentía con el fin de evitar la erosión y desestabilización de los taludes. Es importante no mezclar las aguas mineras con las aguas de escorrentía.
- Se deben realizar mantenimiento de los canales mensual, se deben retirar palos, ramas, papeles sedimentos, y basura que flote sobre la superficie.
- Inspeccionar periódicamente el estado y condiciones de funcionamiento del canal
- Construcción de sedimentadores para el control de sólidos suspendidos antes de su vertimiento final.

### ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADA

#### Diseño de cunetas

El sistema de drenaje consiste en la construcción de zanjas de coronación y cunetas perimetrales, la pendiente longitudinal debe ser como mínimo del 1 %. La longitud será variable en cada caso, dependiendo de la extensión del área de explotación que se esté protegiendo. Las zanjas de coronación y cunetas perimetrales tendrán una sección trapezoidal con profundidades de 30 cm, un ancho en la parte inferior de 20 cm y en la parte superior de 40 cms. Se construirán en el terreno natural con revestimiento en arcilla. Figura 1.



**Figura 1.** Diseño de cunetas. Fuente. Construvicol S.A., 2010

Los canales deben construirse en los alrededores de las instalaciones de las bocaminas, bocavientos, patios de carbón y botaderos de estériles.

### Mantenimiento

Es necesario realizar inspecciones periódicas, para detectar posibles fallas en el sistema, generando acciones preventivas o correctivas inmediatas.

A los sistemas de drenaje se les debe realizar un mantenimiento preventivo de manera periódica, para evitar su taponamiento y brinde las condiciones de operatividad del sistema en todo momento, teniendo especial cuidado durante el período de lluvias, haciendo remoción de cualquier tipo de material que las pueda obstruir.

#### SEGUIMIENTO Y MONITOREO

ACTIVIDAD	INDICADOR DE AVANCE %
Construcción de cunetas	(Metros construidos/metros programados a construir )*100
Limpieza y mantenimiento	Metros de mantenimientos realizados/metros de mantenimientos programados*100
Construcción de sedimentadores	(# de sedimentadores construidos/# de sedimentadores programados )*100

Fuente: Autor, 2022

### Programa de manejo de aguas residuales domesticas

#### Figura 25

#### Programa de manejo de aguas residuales

PMA_MA_04	Programa de manejo de aguas residuales domesticas						
<b>OBJETIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir la contaminación de los cuerpos de agua o suelos receptores de aguas residuales domésticas.</li> </ul>						
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar el 80% de los biodigestores requeridos de forma que garantice el adecuado manejo a las aguas residuales domesticas generadas durante la explotación del mineral conforme a lo dispuesto en la normatividad.</li> <li>Realizar el mantenimiento al 95% de los biodigestores implementados en la mina</li> </ul>						
<b>ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operación de casino y oficinas</li> <li>Extracción del mineral</li> </ul>						
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del agua superficial</li> <li>Alteración de la calidad del suelo</li> </ul>						
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación
<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>	Área de influencia del proyecto de concesión						
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	Personal operativo y contratación de la empresa para su limpieza						
<b>RESPONSABLE EJECUCIÓN</b>	Titular minero FHR-082						

### CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

ACTIVIDADES	PRESUPUESTO		MES											
	Unit \$	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Implementación de un sistema de tratamiento de agua residual	3000000	3000000	x											
Mantenimiento	200000	200000												x

### ACCIONES A DESARROLLAR

- Implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales
- Mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas

### ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADA

Dentro del área del Título Minero no se construye algún tipo de campamento. Únicamente se construirá una edificación para una batería sanitaria con vestier.

#### **Batería sanitaria**

Se construye una batería sanitaria de 20 m<sup>2</sup> en ladrillo y teja de Eternit. Para el manejo de aguas residuales de los sanitarios, se construirá un pozo séptico de forma circular en ladrillo y concreto, con espacios entre ladrillos de 10 cm por donde se infiltra el agua, cuenta con una tapa en concreto en su parte superior que permite su mantenimiento.

#### **Tanque séptico**

Según el Título E del RAS 2000, son tanques generalmente subterráneos, sellados, diseñados y construidos para el saneamiento rural. Deben llevar un sistema de postratamiento. Se recomiendan solamente para:

Debido a que el área del proyecto no cuenta con redes públicas de alcantarillados, es una alternativa de tratamiento de aguas residuales.

A estos tanques no se les debe depositar aguas lluvias ni residuos y sus aguas no deben ser dispuestas directamente en un cuerpo de agua superficial. Deben ser tratados adicionalmente para mejorar la calidad del vertimiento.

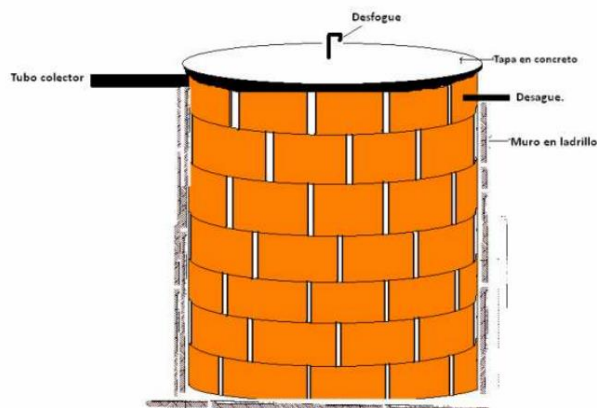
#### *Localización*

Para la instalación del tanque séptico deben conservarse las siguientes distancias mínimas:

- 1.50 m distantes de construcciones, límites de terrenos, sumideros y campos de infiltración.
- 3.0 m distantes de árboles y cualquier punto de redes públicas de abastecimiento de agua.
- 15.0 m distantes de pozos subterráneos y cuerpos de agua de cualquier naturaleza.



En la figura 1 se muestran los diseños propuestos



**Figura. 1.** Diseño de pozo séptico. Fuente. Rotoplast, 2012.

### Mantenimiento

La limpieza o inspección del tanque séptico debe realizarse como mínimo cada año, ya que estos acumulan demasiada cantidad de lodos y natas, lo que conduce a la obturación del campo de infiltración. La limpieza del tanque se debe realizar cuando en el fondo, la capa de nata se encuentre a unos ocho centímetros por encima de la parte más baja del deflector o prolongación del dispositivo de salida o cuando la capa de lodos se encuentre a 0,30 m por debajo del dispositivo de salida. Esto se puede medir con un listón de madera en cuyo extremo lleve fijada una aleta articulada. El listón se fuerza a través de la capa de nata hasta llegar la zona de sedimentación en donde la aleta se desplazará a la posición horizontal. Al levantar el listón suavemente, se podrá determinar por la resistencia natural que ofrece la nata, el espesor de la misma (Rotoplast, 2012)

Otro síntoma que se debe tener en cuenta para la realización de limpieza del tanque es cuando se observe la presencia de turbiedad en el líquido y la presencia de pequeñas partículas de sólidos sedimentables, aquí es necesario programar de inmediato su limpieza.

### SEGUIMIENTO Y MONITOREO

ACTIVIDAD	INDICADOR DE AVANCE %
Implementación de un sistema de tratamiento	Número de biodigestores instalados/Número de biodigestores programados *100
Mantenimiento del sistema de tratamiento	Número de mantenimientos realizados/número de mantenimientos programados*100

**Fuente:** Autor, 2022

*Programa de manejo de aguas mineras para reúso*

**Figura 26**

*Programa de manejo de aguas mineras para reúso*

PM_MA_005	Programa de Manejo de aguas mineras para reúso													
<b>OBJETIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantizar que el efluente de la mina cumpla con la normatividad ambiental vigente para ser empleado en reúso</li> </ul>													
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construir el 90% del sistema de tratamiento con el fin de reducir los contaminantes presentes en el agua propios de la actividad minera</li> <li>Realizar el monitoreo semestral del agua asegurando que se cumpla el 90% de los parámetros establecidos en la ley.</li> <li>Realizar en un 90% los mantenimientos requeridos al Sistema de tratamiento de aguas.</li> </ul>													
<b>ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extracción del mineral</li> <li>Contacto con insumos propios de la actividad minera</li> <li>Limpieza y mantenimiento de la bocamina</li> </ul>													
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del suelo</li> <li>Cambio de uso del suelo</li> <li>Alteración de la disponibilidad de agua subterránea</li> <li>Alteración de la calidad del agua subterránea</li> </ul>													
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Prevención	x	Mitigación	x	Corrección		Compensación							
<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>	Título minero													
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal operativo de laboratorio contratado, dicho laboratorio tiene que encontrarse certificado por el IDEAM y por la autoridad ambiental competente.</li> <li>Operarios mineros</li> </ul> Ingeniero civil, dos oficiales de construcción, 4 ayudantes de construcción.													
<b>RESPONSABLE EJECUCIÓN</b>	Titular minero FHR-082													
CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO														
ACTIVIDADES	PRESUPUESTO		MES											
	Unit \$	Total \$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Construcción del sistema de tratamiento	3600000	3600000	x											
Monitoreo de la calidad de las aguas	2600000	2600000			x					x				
Mantenimiento del sistema de tratamiento	500000	500000	x						x					
ACCIONES A DESARROLLAR														
<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción de un sistema de tratamiento</li> <li>Monitoreo de la calidad de aguas</li> <li>Actividades de limpieza y mantenimiento frecuente del sistema con el fin de garantizar su eficiencia.</li> </ul>														

## ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

Construcción de sistema de tratamiento:

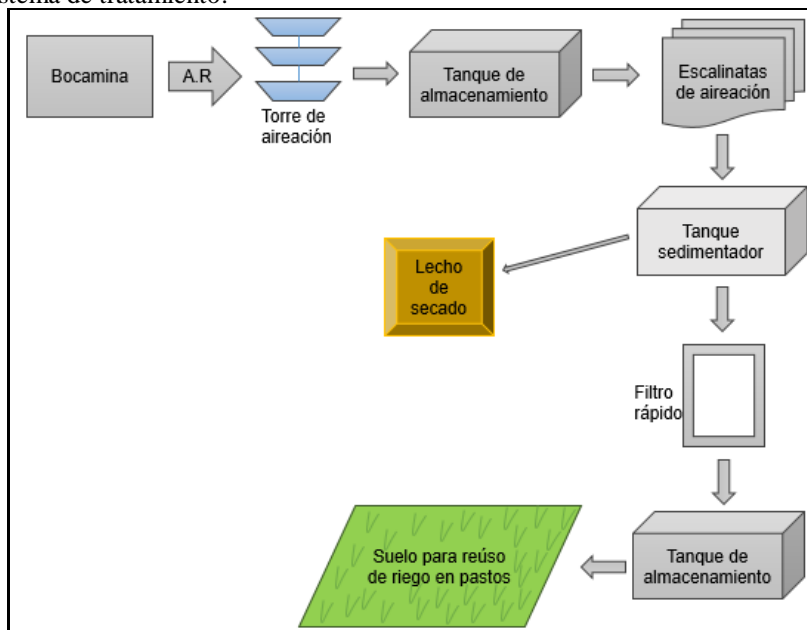


Figura 1. Sistema de tratamiento de aguas residuales. Fuente Urruzuno., A., 2017

### *Monitoreo de calidad del agua*

Para realizar un control del agua luego del proceso de tratamiento, se tomará una muestra semestral en la salida del sistema de tratamiento, por un laboratorio que cumpla con los manuales de instrucciones estipuladas por el IDEAM y la norma NTC-ISO 5667-1,2 y 3.

### *Mantenimiento*

Es necesario realizar inspecciones periódicas, para detectar posibles fallas en el sistema, generando acciones preventivas o correctivas inmediatas. Se deben verificar las mangueras de drenaje para evitar su taponamiento

### SEGUIMIENTO Y MONITOREO

ACTIVIDAD	INDICADOR DE AVANCE %
Construcción del sistema tratamiento	Infraestructura construida/ infraestructura programada a construir*100
Evaluación de la calidad de las aguas	Numero de Monitoreos realizados/Numero de monitoreos programados*100
Mantenimiento	Número de limpieza realizadas/número de limpieza programadas*100

Fuente: Autor, 2022

*Programa de manejo de aguas de consumo*

**Figura 27**

*Programa de manejo de aguas de consumo*

PMA_MA_06	Programa de manejo de aguas de consumo													
<b>OBJETIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplir con la normatividad ambiental vigente, en lo relacionado con el suministro de agua para consumo humano y campamento minero</li> </ul>													
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveer el 95% de agua potable para el campamento minero, acorde con los volúmenes generados y lo dispuesto en la normatividad ambiental vigente.</li> <li>Realizar el 90% de las inspecciones y mantenimientos requeridos al sistema de almacenamiento de agua.</li> </ul>													
<b>ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la disponibilidad de agua superficial.</li> <li>Disminución de los servicios base de agua superficial</li> </ul>													
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efectos en la salud</li> </ul>													
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Prevención	x	Mitigación	X	Corrección		Compensación							
<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>	Área de influencia del proyecto de concesión													
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	Personal operativo bajo la supervisión de personal Idóneo en el manejo													
<b>RESPONSABLE EJECUCIÓN</b>	Titular minero FHR-082													
<b>CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO</b>														
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PRESUPUESTO</b>		<b>MES</b>											
	Unit \$	Total \$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Implementación de un suministro de agua potable	50000	600000	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>														
<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementación de un suministro de agua potable</li> </ul>														
<b>ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADA</b>														
Para el desarrollo del proyecto se cuentan con un campamento y una unidad sanitaria, para ello se contará con un tanque de reserva de 5000 lts en la zona de cocina, adicionalmente, se contará con un tanque de 500 lts, para la unidad sanitaria.														
GESTOR EXTERNO														
Cabe aclarar que el suministro de agua potable se desarrolla como cumplimiento a la normatividad ambiental vigente, este será para el consumo humano (preparación de alimentos – “casino”) y el uso de la unidad sanitaria, a continuación, se proyectan los volúmenes y tiempos de suministro.														
		<b>Nº DE PERSONAS (HAB)</b>	<b>DOTACION (L/HAB*Dia)*</b>	<b>TIEMPO(DIAS)</b>		<b>VOLUMEN (M3)</b>								
		<b>10</b>	90	1		0.9								

<b>10</b>	90	2	1.8
<b>10</b>	90	3	2.7
<b>10</b>	90	4	3.6
<b>10</b>	90	5	4.5

Nota: \*valor tomado de la OMS Para desarrollo de actividades de alimentación y uso personal.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>INDICADOR DE AVANCE %</b>
Compra semanal agua potable	(número de lt de agua comprada/ número de lts de agua programada)
Inspección sistemas de almacenamiento	(número de inspecciones realizadas/ número de inspecciones programada)

Fuente: Autor, 2022

### *Programa de manejo de revegetalización y paisajismo*

**Figura 28**

### *Programa de manejo de revegetalización y paisajismo*

<b>PMA_MA_07</b>	<b>Programa de manejo revegetalización y paisajístico</b>							
<b>OBJETIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recuperar la cobertura vegetal de zonas desnudas</li> <li>Restaurar paisajísticamente la zona afectada.</li> </ul>							
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restaurar el 75% de la cobertura paisajísticamente conforme a la vegetación nativa existente en el área.</li> <li>Delimitar el 80% el área del predio con barreras vivas.</li> <li>Realizar el mantenimiento integral al 80% de las siembras realizadas.</li> </ul>							
<b>ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción y adecuación de infraestructura</li> <li>Extracción de material y transporte</li> <li>Rehabilitación y recuperación de paisajística.</li> </ul>							
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del aire</li> <li>Cambio de uso del suelo</li> <li>Alteración de los servicios base del suelo</li> <li>Afectación de la estructura del paisaje</li> <li>Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna</li> <li>Modificación de la cobertura vegetal</li> </ul>							
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Prevención		Mitigación	X	Corrección	X	Compensación	X
<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>	Área de influencia del proyecto de concesión							
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	Profesional en áreas agrícolas y/o ambientales, Ayudantes y/o auxiliares de campo.							
<b>RESPONSABLE EJECUCIÓN</b>	Titular minero del FHR-082							

### CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

Actividades	Presupuesto		Año 1												
	Unit \$	Total \$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Revegetalización y/o reforestación con especies arbustivas y/o arbóreas.										x	x	x			
Delimitación con barreras vivas									x						
Mantenimiento y limpieza de las especies sembradas													x		

### ACCIONES A DESARROLLAR

- Revegetalización y/o reforestación con especies arbustivas y/o arbóreas
- Delimitar con barreras vivas el área del predio
- Mantenimiento anual

### ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

Se considera importante complementar las obras civiles de protección con el establecimiento de cobertura vegetal en los taludes resultantes de una intervención ya existente en el área de explotación. La presencia de la cobertura vegetal disminuye la energía de las aguas de escorrentía, retiene el suelo mejorando las propiedades de infiltración, garantizando la protección de los taludes y la restauración paisajística.

Se recomienda la revegetalización y/o reforestación con especies herbáceas, (*Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Pennisetum clandestinum*) arbustivas y/o arbóreas (*Dodonea viscosa* L. Jacq., *Myrtus communis*, *Xylosma* sp., *Alnus acuminata* Kunth.). El material orgánico producto del descapote se utilizará como sustrato para el material vegetal a instalar en el corto plazo, como es el caso de los taludes resultantes.

Para mejorar las condiciones generales del suelo es necesario expandir capas de suelo orgánico sobre terreno adecuado y escarificar el suelo en un espesor de 5 – 15 cm. de profundidad antes de cubrirlo con vegetación. Esto ayuda a la infiltración, el movimiento del agua, evita el deslizamiento de la tierra extendida y facilita la penetración de las raíces.

Teniendo el terreno adecuado, se revegetaliza con especies típicas de la zona, considerando factores de adaptación y crecimiento. Esta actividad ayuda a mejorar las condiciones paisajísticas del área.

Se puede efectuar la revegetalización con semilla directa, plantándola en surcos o al voleo. Se recomienda realizar la siembra en época de lluvias. Después de terminada la siembra y por término de 3 semanas, debe regarse 3 veces por día, cuidando de humedecer uniformemente. Después se puede espaciar los riegos de acuerdo con el clima, el suelo y clase de semilla, el agua será tomada del agua residual tratada.

#### Manejo de la vegetación existente

Las especies vegetales presentes en el área del Contrato de concesión, tendrán un tratamiento especial para evitar maltratarlas, cuando se esté haciendo la revegetación. Se integrara el método de plantación con la vegetación predominante de acuerdo al inventario forestal. Se prohibirá la quema y tala de las especies vegetales con el fin de conservar dichas especies.

#### Diseño paisajístico

*Áreas a reforestar:* Son áreas que se van a utilizar para la repoblación vegetal o reforestación con el fin de minimizar los procesos erosivos, en consecuencia, el área a reforestar es comprendida por los botaderos de estéril que ya han sido abandonados.

Como primera medida se hará empradización en botaderos mediante la siembra de pasto kikuyo el cual en el momento de la siembra de arbustos la empradización dará más consistencia.

*Establecimiento de barreras vivas:* se sembrarán especies arbóreas como las acacias y Chicalá al borde de vías y en la pata del talud de algunos botaderos.

*Especies a sembrar:* Se recomienda el uso de especies nativas como aliso, encenillo, arrayán, cúcharo, raque; chusque, Mora, espino, curaba nativa, laurel, mortiño, garrocho y frutales de clima frío como cerezo, peras, manzanas; entre otros.

### **Mantenimiento**

El mantenimiento, en caso de ser necesario, incluye la fertilización y control fitosanitario para el control de la plantación, el cual se recomienda realizar a los 60 días después de la siembra.

En los casos de mortalidad del material vegetal, es conveniente realizar la resiembra a los 80 días de la siembra, realizando mantenimiento periódico integral durante los primeros tres (3) años para garantizar el éxito del proceso de restauración.

### **SEGUIMIENTO Y MONITOREO**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>INDICADOR DE AVANCE %</b>
Revegetalización y/o reforestación	Metros cuadrados revegetalizadas/metros cuadrados proyectadas a revegetalizar*100
Barreras vivas	Metros cuadrados de barreras vivos sembradas/metros cuadrados proyectadas de siembra de barreras vivas*100
Mantenimiento integral	Mantenimientos realizados a plantaciones/mantenimientos programados*100

Fuente: Autor, 2022

### ***Programa de manejo y control de procesos erosivos***

#### **Figura 29**

#### ***Programa de manejo y control de procesos erosivos***

<b>PMA_MA_08</b>	<b>Programa de manejo y control de procesos erosivos</b>							
<b>OBJETIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir las medidas de manejo y control de los procesos erosivos presentes en el área minera.</li> </ul>							
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir y controlar el 85% de los procesos erosivos de la zona ocasionados por las labores realizadas para la explotación minera</li> <li>Realizar el mantenimiento al 85% de los sistemas de control de erosión establecidos.</li> </ul>							
<b>ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movilización</li> <li>Evacuación de aguas mineras</li> <li>Manejo de estériles</li> <li>Cierre, rehabilitación y recuperación de tierras</li> </ul>							
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del suelo</li> <li>Cambio del uso de suelo</li> <li>Desestabilización de taludes</li> </ul>							
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación	

<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>	Área de influencia del área minera
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	Personal operativo bajo la supervisión de personal Idóneo en el manejo y disposición de capa vegetal
<b>RESPONSABLE EJECUCIÓN</b>	Titular minero del FHR-082

### CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

Actividades	Presupuesto		Año 1											
	Unit \$	Total \$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Construcción de cunetas (26)	5000	130000	x											
Estabilización de talud	1500000	1500000		x										
Mantenimiento a sistemas	500000	500000											x	
Mantenimiento y limpieza de las especies sembradas	1000000	1000000										x		

### ACCIONES A DESARROLLAR

#### Preventivas

- No realizar tala árboles cuando no se justifique y sin autorización de la Autoridad Ambiental.
- Conservar de la cobertura vegetal y vegetación nativa.

#### Mitigación

- Evitar y reducir las actividades que modifican las características de uso del suelo y pérdida de la cobertura vegetal
- Evitar las acciones que conlleven a la degradación física del suelo y del recurso hídrico
- Evitar las acciones que conlleven a la alteración del paisaje.
- Delimitación adecuada de las vías

#### Corrección

El control de erosión consiste en la construcción de obras bioingenieribles que controlen o disminuyan los efectos erosivos del agua de escorrentía y la acción eólica.

Una acción correctiva contra los procesos erosivos se mencionó en la ficha de manejo de aguas de escorrentía, la cual consiste en la construcción de zanjas de coronación y cunetas perimetrales en botaderos y parte externa de la mina, empradización de botaderos, colocación de trinchos y reforestación.

- Relleno o taponamiento de zonas de subsidencia, empleando material estéril de las minas.
- El mantenimiento de la entibación cercana a la superficie se realizará cada año y así prevenir derrumbes.
- Modelado de taludes

### ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

#### Reforestación para control de erosión

- A través de la estabilización de suelos y posterior reposición de la cobertura vegetal con especies como pastos, arbustos y árboles se logra la recuperación de suelos degradados, restaura la capa orgánica del suelo, y controlar los procesos erosivos.
- Siembra de especies nativas como aliso, encenillo, arrayán, cúcharo, raque; chusque, Mora, espino, curaba nativa, laurel, mortiño, garrocho y frutales de clima frío como cerezo, peras, manzanas; entre que mejoren las condiciones propias del suelo en áreas aledañas a las explotaciones, dando prioridad a aquellas zonas degradadas.
- Empradizar con pastos de rápido esparcimiento y arbustos las superficies del botadero y áreas inactivas.



- Realizar mantenimiento a las plantaciones existentes, desarrollando actividades de riego y deshierbe que asegure su desarrollo.

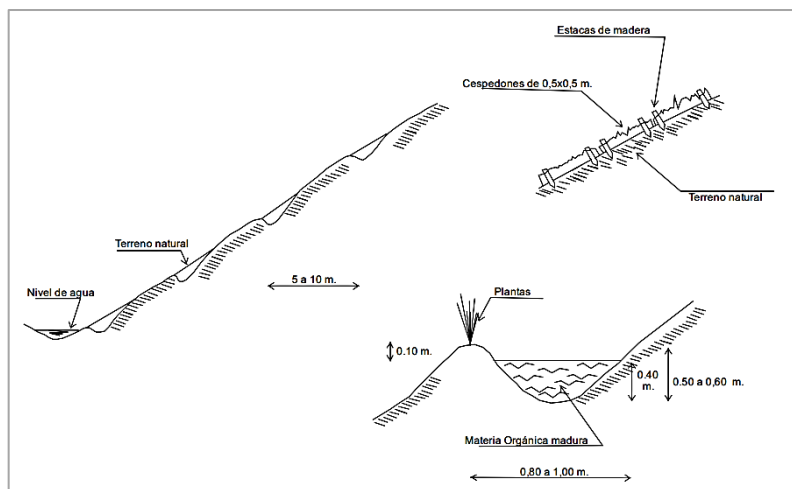
### Reforestación para recuperación paisajística de frentes y vías de acceso

*Barreras vivas frente a la explotación:*

- Siembra de árboles en áreas perimetrales que hagan la función de barreras o cercos vivos alrededor de las áreas afectadas por el desarrollo de la explotación minera y botaderos con el fin de mitigar el impacto visual causado por la diferencia en las unidades paisajísticas.
- Realizar mantenimiento a las plantaciones existentes, desarrollando actividades de riego y deshierbe que asegure su desarrollo.

### Recuperación morfológica

- Depósito y compactación de los estériles.
- Colocación de cespedones para cubrir las áreas de degradación del suelo y mejorar las condiciones de impacto visual en el paisaje (Fig. 1)
- Conformar las pendientes adecuadas para los taludes dependiendo del tipo de suelo, de las características que presenten y de la altura que requieran. Desarrollados dentro de los parámetros y criterios de diseño del estudio geotécnico.
- Realizar mantenimiento constante al corte y perfil en el terreno ya intervenido.



**Fig. 1.** Zanjas para recuperación de suelos y colocación de cespedones. Fuente. Utadeo., 2017

### SEGUIMIENTO Y MONITOREO

ACTIVIDAD	INDICADOR DE AVANCE %
Control de procesos erosivos	$(\text{procesos erosivos intervenidos} / \text{procesos erosivos inventariados}) * 100$
Mantenimiento sistemas de control de erosión	$(\text{Mantenimientos realizados} / \text{mantenimientos programados}) * 100$
Mantenimiento integral de plantaciones	$\text{Mantenimientos realizados a plantaciones} / \text{mantenimientos programados} * 100$

Fuente: Autor, 2022

**Programa de manejo y disposición de estériles**

**Figura 30**

*Programa de manejo y disposición de estériles*

<b>PMA_MA_09</b>	<b>Programa de manejo de estéril</b>													
<b>OBJETIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer las medidas de disposición adecuada de estériles bajo los lineamientos normativos ambientales.</li> <li>Mantener las condiciones del depósito de almacenamiento de estériles , respetando las especificaciones de diseño y las restricciones establecidas por la autoridad ambiental</li> <li>Disminuir hasta en un 75% el impacto visual que produce el mal manejo de los estériles a través de la revegetalización y manejo paisajístico</li> </ul>													
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el 90% de estabilización al área dispuesta para la disposición de estériles</li> <li>Realizar el mantenimiento al 85% al área de almacenamiento de estériles - botadero</li> <li>Disminuir el impacto visual mediante el adecuado manejo de estériles</li> </ul>													
<b>ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extracción del material y transporte</li> <li>Adecuación, operación y mantenimiento de depósito de estéril.</li> <li>Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos</li> </ul>													
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del aire</li> <li>Generación de residuos solidos</li> <li>Alteración de la calidad del suelo</li> <li>Alteración de la calidad del agua</li> <li>Afectacion de la estructura del paisaje.</li> </ul>													
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación							
<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>	Botaderos													
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	Operarios de maquinaria, trabajadores													
<b>RESPONSABLE EJECUCIÓN</b>	Titular minero del FHR-082													
<b>CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO</b>														
<b>Actividades</b>	<b>Presupuesto</b>		<b>Año 1</b>											
	Unit \$	Total \$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Empradización de botaderos (200)	10000	2000000	x			x			x			x		
Zanjas de coronación (200)	5000	1000000	x											
Mantenimiento anual	100000	100000						x						
Mantenimiento anual (200)	6000	1200000							x	x	x	x		
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>														
<b>Preventivas</b>														
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desvío de aguas superficiales por canales y zanjas.</li> <li>Depósito de escombros.</li> </ul>														

### Mitigación

- Evitar la alteración de drenajes naturales.
- Evitar las acciones que aumenten la erosión y aporte material sólido a afluentes.
- Evitar las acciones que puedan alterar morfológica el paisaje.
- Garantizar la estabilidad del sitio de disposición de estériles.
- Con la descarga de aguas a las piscinas de sedimentación se controla el vertimiento de sedimentos a los drenajes

### Corrección

- Depósito de estériles o escombrera.
- Se empradiza la superficie con pastos naturales y arbustos de baja altura procurando la semejanza al entorno.
- Revegetalización de los taludes y manejo paisajístico
- Alternativas de reúso o reciclaje: Ampliación de vías, taponamiento de cárcavas y huecos dejados en la explotación subterránea.

## ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

### Estabilización del botadero

Se recomienda su protección contra la erosión realizando trabajos de revegetalización. Esta se realizará mediante la siembra de especies nativas (pastos) que sirvan de protección visual.

### Cunetas

Con el fin de conducir adecuadamente las aguas lluvias, el sistema de drenaje se realiza a través de la construcción de zanjas de coronación y cunetas perimetrales, la pendiente longitudinal debe ser como mínimo del 1 %. La longitud será variable en cada caso, dependiendo de la extensión del área de explotación que se esté protegiendo. Las zanjas de coronación y cunetas perimetrales tendrán una sección trapezoidal con profundidades de 30 cm, un ancho en la parte inferior de 20 cm y en la parte superior de 40 cms. Se construirán en el terreno natural con revestimiento en arcilla, tal como se describe en la ficha de manejo de aguas de escorrentía.

### Mantenimiento a infraestructura

Realizar un mantenimiento anual a las infraestructuras durante todos los años de desarrollo del proyecto para mantenerlas y tenerlas en estados adecuados para que cumplan con sus funciones.

### Revegetalización De Taludes

*Revegetalización de taludes y manejo paisajístico:* los taludes del depósito se deben revegetalizar, acción que busca la aceleración del proceso natural de cobertura del material dispuesto, a fin de evitar la erosión e incorporación de sedimentos a las corrientes de agua superficial.

Se recomienda la revegetalización y/o reforestación Especies arbustivas y/o arbóreas propias de la zona

### Arreglo Del Terreno

Limpieza y control manual de parches de especies invasoras ubicados en cada uno de los escenarios.

Limpieza y adecuación de las áreas invadidas por pasto kikuyo.

Recolección y desalojo de escombros, desechos y otros residuos ajenos a las áreas de ronda. Estos residuos se manejarán con empresa la empresa de la disposición final del residuo.

**Mantenimiento a especies sembradas**

El mantenimiento, en caso de ser necesario, incluye la fertilización y control fitosanitario para el control de la plantación, el cual se recomienda realizar a los 60 días después de la siembra.

En los casos de mortalidad del material vegetal, es conveniente realizar la resiembra a los 80 días de la siembra, realizando mantenimiento periódico integral durante los primeros tres (3) años para garantizar el éxito del proceso de restauración.

**SEGUIMIENTO Y MONITOREO**

ACTIVIDAD	INDICADOR DE AVANCE %
Estabilización de botadero	# m2 estabilizados/ m2 estabilizados programados*100
Construcción de cunetas	#metros construidos/metros programado a construir *100
Mantenimiento	# Mantenimiento/# mantenimiento programados*100
Revegetalización de taludes y manejo paisajístico	Metros cuadrados revegetalizados/metros cuadrados proyectadas a revegetalizar*100

Fuente: Autor, 2022

**Programa de manejo de residuos sólidos****Figura 31****Programa de manejo de residuos sólidos**

PMA_MA_10	Programa de manejo de residuos sólidos						
<b>OBJETIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejar adecuadamente los residuos domésticos y especiales que se generan de la actividad minera, de manera que no generen impactos negativos sobre el medio ambiente y la comunidad aledaña.</li> </ul>						
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer puntos ecológicos de acuerdo a los residuos generador y por cada área de trabajo.</li> <li>• Garantizar la entrega del 95% de los residuos ordinarios y reciclables generados en el proyecto minero a la empresa de aseo para su adecuado manejo y disposición final.</li> <li>• Garantizar la entrega del 95% de los residuos especiales generados en el proyecto minero a la empresa certificada para el manejo adecuado de estos residuos.</li> <li>• Garantizar en el 95% de las áreas del proyecto minero condiciones de orden y aseo que mejoren las condiciones paisajísticas.</li> <li>• Realizar el 95% de las capacitaciones programadas para manejo de residuos sólidos.</li> </ul>						
<b>ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción y adecuación de infraestructura</li> <li>• Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos</li> <li>• Extracción de material y transporte</li> <li>• Operación de casino y oficinas</li> </ul>						
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de la calidad del aire</li> <li>• Generación de residuos sólidos</li> <li>• Alteración de la calidad del agua</li> </ul>						
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación

<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>	Área de influencia del proyecto de concesión
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	Personal operativo bajo la supervisión de personal Idóneo en el tema.
<b>RESPONSABLE EJECUCIÓN</b>	Titular minero del FHR-082

### CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

Actividades	Presupuesto		Año 1											
	Unit \$	Total \$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Disposición de punto ecológico (2)	80000	160000	x											
Entrega de los residuos a la empresa de aseo del municipio	10000	480000	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mantenimiento anual	100000	100000						x						

### ACCIONES A DESARROLLAR

- Disposición de puntos ecológicos
- Entrega de los residuos a la empresa de aseo del municipio
- Jornadas de limpieza y aseo
- Capacitación al personal de trabajo sobre el adecuado manejo de residuos sólidos

### ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

Se estima que los residuos que más se generaran son: papel, cartón, plástico, trapos, sobrante de alimentos, no obstante, a continuación, se describirá el tipo de residuo que se recolectará en el lugar de origen, lo cual se clasificará de acuerdo al código de colores estipulada en la resolución 2184 de 2019:

Sector	Tipo de residuo	Color
Industrial	Cartón, papel, plástico limpio (reciclable)	Blanco
	Ordinarios	Negro
	Orgánicos	Verde

Se instala un punto ecológico en cada frente de explotación.

Como primera medida se debe sensibilizar al personal que labora en el proyecto minero sobre el manejo de los residuos sólidos.

- Realizar una zonificación el proyecto minero de acuerdo a los principales centros generadores de residuos.
- Colocar canecas debidamente señalizadas en sitios estratégicos de acuerdo a la zonificación.

#### **Tipo de residuos:**

*Orgánicos:* entran en esta clasificación los residuos biodegradables de plantas (residuos de poda) y animales, los restos de frutas y verduras. Estos desechos se pueden utilizar para la fabricación de fertilizantes naturales.

*Reciclables:* este tipo de residuos pertenecen el vidrio, envases plásticos, bolsas plásticas y cartón.

*Residuos ordinarios e inertes:* estos residuos pertenecen los empaques sucios, servilletas, bolsas, papel y cartón sucio (contaminado), icopor, papel aluminio, residuos de barrido, cigarrillos, papel higiénico.

**Residuos especiales:** A estos residuos pertenecen los empaques de grasas y aceites, aserrín y estopa con aceites o grasas, producto del mantenimiento y/o funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipos mineros en general.

### Tratamiento y disposición final

- Identificar los sitios de generación de residuos sólidos en el proyecto.
- Caracterizar y clasificar los residuos sólidos
- Reciclar, reusar y Reutilizar los residuos aprovechables.
- Almacenar los residuos sólidos en canecas por colores para la identificación y establecer su recolección y transporte.

Los residuos sólidos serán recolectados y clasificados como se muestra en la figura 1 para ser entregados a la empresa de recolección del municipio el cual se definirá para su disposición final.

Código de colores para separar y reciclar residuos sólidos para los frentes de explotación



Figura. 1 Clasificación para la disposición de residuos sólidos. Fuente. Gestarsalud, 2020

La clasificación de los residuos, en el área de influencia del proyecto se lleva a cabo un plan de manejo integral de residuos sólidos integrando el código de colores, para la separación y clasificación en la fuente.

La disposición final de los mismos dependerá de la cantidad almacenada y del tipo de residuos, para proceder a entregar al operador del servicio de aseo, no se requiere de almacenamiento temporal de residuos, ni se generarán residuos peligrosos.

La disposición de los residuos sólidos se realizará a través de la empresa de aseo, con una frecuencia de recolección semanal y la prestación de este servicio, acorde con el procedimiento contemplado por el prestador del servicio. En las áreas del proyecto, los residuos serán dispuestos en canecas acorde con su clasificación para facilitar la entrega y disposición del recolector.

### Manejo de residuos especiales

**Residuos metálicos:** Entre estos se residuos se pueden encontrar elementos como: aparatos electrónicos, latas, pintura, piezas de coches, motores, equipos, herramientas entre otros, algunas piezas de estos se pueden fundir y volver a ser utilizadas para procesarse creando nuevos materiales, una característica importante de los metales es que estos pueden ser reciclados varias veces y estos no pierden su calidad inicial. Existen otro tipo de residuos metálicos a parte de los ya mencionados anteriormente y los cuales tiene otras formas de separación y manejo entre estos se encuentran los metales férricos o ferrosos y los no férricos, entre ellos se encuentran los siguientes: Para el manejo correspondiente de estos residuos se dispondrá de puntos de recolección en cada una de las áreas de las bocaminas. Para las actividades de capacitación se deben establecer temáticas de clasificación de residuos sólidos a los trabajadores.

Se debe realizar la entrega de estos residuos metálicos a la empresa de recolección para que estos sean destinados a empresas de reciclaje especializadas en esta clase de residuos o para que sean dispuestos en celdas de seguridad, si es que no son aptos para la reutilización.

**Residuos peligrosos:** Los residuos peligrosos que se puede generar en el proyecto se limitan a aceite usado, baterías viejas, estopas.

Se tiene construido en cada caseta del malacate una base en concreto y alternación en ladrillo para conducir el aceite del motor y la turra a un recipiente y así evitar la contaminación directa del suelo por causa de estos aceites. Éstos a su vez son reutilizados.

El aceite retenido en las trampas de grasas que no se puede reutilizar será recogido y manejado como residuo líquido aceitoso, almacenándolo en canecas señalizadas y provistas de un sistema de contención secundario.

Estos residuos líquidos serán retirados periódicamente de los frentes de trabajo y entregados a un proveedor de servicios de disposición final autorizado para este tipo de residuos.

### **Jornada de limpieza y aseo**

Son las actividades propias para la organización de áreas de la actividad minera y sus alrededores, el cual comienza con la recolección de residuos de distinta naturaleza, tanto orgánicos como inorgánicos que afectan el área de trabajo minero; generalmente se trata de residuos derivados de la actividad minera y de la actividad doméstica (cuarto de herramientas).

Comprende las siguientes etapas:

Antes de la jornada: Sensibilizar a todo el personal minero de la importancia de conservar espacios ordenados y limpios. Es importante conformar un grupo de trabajo que lidere este tipo de actividades. En esta etapa se debe identificar las zonas en las de mayor intervención por parte de la jornada de limpieza y aseo, proponiendo objetivos específicos para cada zona.

Durante la jornada: definir y delimitar las áreas donde se concentrarán los distintos tipos de residuos; para mayor facilidad se establecen los puntos ecológicos con la clasificación para cada tipo de residuos para su posterior entrega a la empresa de aseo. En este punto, la designación de funciones para cada integrante del proyecto minero es importante para la eficacia de la actividad.

Después de la jornada: verificar el adecuado manejo que se da a los residuos finales generados y fortalecer actividades que minimice la generación y acumulación de desechos en las áreas.

### **SEGUIMIENTO Y MONITOREO**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>INDICADOR DE AVANCE %</b>
Disposición de puntos ecológicos	Unidad de puntos ecológicos instalados /unidad de puntos ecológicos programadas*100
Entrega de los residuos a la empresa de aseo	Certificado de la empresa de aseo de la entrega de la entrega de los residuos
Entrega de residuos especiales	Certificado de empresa proveedora de disposición final de residuos especiales, de la entrega de los residuos
Jornada de limpieza y aseo	Número de jornadas de aseo realizadas/ número de jornadas de aseo programadas*100
Capacitación manejo adecuado de residuos	(No de capacitaciones realizadas / No de capacitaciones programadas) * 100

**Fuente:** Autor, 2022

*Programa de manejo de cierre y abandono*

**Figura 32**

*Programa de manejo de cierre y abandono*

<b>PMA_MA_11</b>	<b>Programa cierre y abandono de instalaciones mineras</b>																										
<b>OBJETIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir actividades que garanticen el buen uso posterior de las tierras de las actividades mineras.</li> </ul>																										
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desmantelar el 95% de la infraestructura del proyecto minero</li> <li>Revegetalizar el 90% del área del proyecto minero</li> <li>Instalar el 100% de la señalización informativa y preventiva en el área intervenida.</li> </ul>																										
<b>ACTIVIDADES QUE OCACIONAN EL IMPACTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desmantelamiento/demoliciones</li> <li>Rehabilitación y recuperación de paisajística</li> </ul>																										
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inestabilidad del terreno/alteración de las formas del terreno.</li> <li>Cambios en el uso del suelo</li> <li>Alteración de la estructura del paisaje</li> </ul>																										
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Prevención		Mitigación	X	Corrección	X	Compensación																				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>	Área de influencia del proyecto de concesión																										
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	Profesional en áreas Ingeniero en minas, Ingeniero ambiental.																										
<b>RESPONSABLE EJECUCIÓN</b>	Titular minero del FHR-082																										
<b>CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO</b>																											
Se adelantarán las obras a realizar en los dos últimos años, una vez culminada la etapa de explotación y extracción del mineral.																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">CONCEPTO</th> <th style="width: 15%;">CANTIDAD</th> <th style="width: 15%;">UNIT \$</th> <th style="width: 15%;">TOTAL \$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cierre de bocaminas y bocaviento</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: right;">800.000</td> <td style="text-align: right;">2.400.000</td> </tr> <tr> <td>Relleno y nivelación de terrenos</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: right;">100.000</td> <td style="text-align: right;">300.000</td> </tr> <tr> <td>Desmantelamiento de la infraestructura</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: right;">1.000.000</td> <td style="text-align: right;">5.000.000</td> </tr> <tr> <td>Señalización</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: right;">50.000</td> <td style="text-align: right;">400.000</td> </tr> </tbody> </table>								CONCEPTO	CANTIDAD	UNIT \$	TOTAL \$	Cierre de bocaminas y bocaviento	3	800.000	2.400.000	Relleno y nivelación de terrenos	3	100.000	300.000	Desmantelamiento de la infraestructura	5	1.000.000	5.000.000	Señalización	8	50.000	400.000
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIT \$	TOTAL \$																								
Cierre de bocaminas y bocaviento	3	800.000	2.400.000																								
Relleno y nivelación de terrenos	3	100.000	300.000																								
Desmantelamiento de la infraestructura	5	1.000.000	5.000.000																								
Señalización	8	50.000	400.000																								
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>																											
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desmantelamiento de infraestructura (Corrección)</li> <li>Revegetalización (Mitigación y corrección)</li> <li>Instalación de señales (Prevención)</li> </ul>																											



## ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

### Desmantelamiento de infraestructura

Luego del cierre de las actividades mineras se debe considerar las condiciones iniciales de la zona en la que se implantaron y bajo la premisa: “las características finales de cada uno de los sitios empleados deben ser iguales o superiores a las que tenía inicialmente”

- Para la minería subterránea se cierran las bocaminas de las galerías con una puerta en varilla de acero de una pulgada de diámetro y bien tupidas, para que no puedan ingresar personas y animales. Se tendrá cuidado en no obstruir los desagües de aguas mineras que salgan y se tendrá especial cuidado en que tengan su tratamiento y vertido según lo especificado en el presente estudio.
- Los tambores de ventilación se clausuran haciendo un entramado de madera rolliza de 20 cm de diámetro a diez m de superficie; luego se procede a taponar con grava y material estéril y se compacta. Es importante hacer zanjas perimetrales a esta área para evitar la entrada de aguas de escorrentía.
- Al finalizar la vida útil del proyecto, algunas instalaciones como equipos, máquinas y estructuras serán inventariados y dispuestos por una compañía de venta para uso posterior en otro lugar.
- La infraestructura por desmantelar será la siguiente: sistemas de tratamientos de aguas de mina, cuarto de herramientas, puntos ecológicos.
- Los senderos o vías internas de circulación de personal serán adecuados, mejorados y dispuestos para usos sectoriales a servicio de los propietarios de los inmuebles por donde estos cruzan.

### Clausura de botaderos

- Al terminar las labores de explotación los botaderos de estériles deben estar ya clausurados en un 90%.

### Revegetación De Las Zonas Denucladas De La Capa Vegetal

- Las áreas afectadas por el proyecto minero y en especial las referentes a cielo abierto se conformarán morfológicamente dejando un sistema de bancos de máximo cinco metros de altura y con una pendiente del talud de máximo 70°, con sus correspondientes drenajes y estructuras de retención, debidamente revegetados en pastos, árboles y arbustos, para lograr dejar un área en óptimas condiciones ambientales, que en muchos casos son mejores que las originales de la zona.
- Al término de la actividad minera, se debe garantizar la restauración morfológica de al menos el 90% ya que esta actividad se realiza simultáneamente con el avance de la explotación.
- Realizar el mantenimiento a la vegetación plantada de manera que se garantice su óptimo desarrollo.
- Rehabilitar ambientalmente todos aquellas áreas o lugares visual o/o morfológicamente no cumple con los estándares iniciales del área del proyecto.

### Mantenimiento

El mantenimiento, en caso de ser necesario, incluye la fertilización y control fitosanitario para el control de la plantación, el cual se recomienda realizar a los 60 días después de la siembra.

En los casos de mortalidad del material vegetal, es conveniente realizar la resiembra a los 80 días de la siembra, realizando mantenimiento periódico integral durante los primeros tres (3) años para garantizar el éxito del proceso de restauración.

### Instalación de señalización

Con el fin de informar sobre la ejecución del proyecto y la finalización del mismo se instalarán 3 señales preventivas en el acceso a cada una de las instalaciones mineras, buscando de esta manera que la comunidad del sector transite con precaución y con previa autorización por estos lugares, es importante aclarar que estas señales seguirán cumpliendo la función de informar una vez finalizadas las labores mineras.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
ACTIVIDAD	INDICE DE AVANCE %
Desmantelamiento de infraestructura	# Número de infraestructura desmantelar/ # Número de instalaciones programadas a desmantelar*100
Revegetalización	(m2 revegetalizados / m2 programadas e revegetalizar) * 100
Instalación de señalización	Número de señales instaladas/ Número de señales proyectadas a instalar*100

Fuente: Autor, 2022

## Programas de medio biótico

### *Programa de manejo de flora*

#### Figura 33

### *Programa de manejo de flora*

PMA_MB_12	Programa de manejo de flora													
<b>OBJETIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer un programa de educación a todo el personal del proyecto, por medio de talleres sobre la importancia de los recursos naturales</li> <li>Evitar la eliminación y afectación de la cobertura vegetal fuera de las áreas de intervención directa por parte del personal que labore para el proyecto</li> </ul>													
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el 90% de las capacitaciones programadas, concientizando a todo el personal del proyecto sobre la importancia de proteger la flora silvestre.</li> </ul>													
<b>ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adecuaciones vías</li> <li>Adecuación de infraestructura</li> <li>Extracción de mineral</li> <li>Transporte de mineral</li> <li>Ventilación</li> <li>Cierre de bocamina</li> </ul>													
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación de la cobertura vegetal</li> <li>Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna</li> </ul>													
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación							
<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>	Área de influencia del proyecto de concesión													
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	Profesional biótico que brinde el apoyo técnico y desarrolle el proyecto a la par con la comunidad.													
<b>RESPONSABLE EJECUCIÓN</b>	Titular minero del FHR-082													
CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO														
Actividades	Presupuesto		Año 1											
	Unit \$	Total \$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Capacitaciones	100000	400000	x			x			x			x		
ACCIONES A DESARROLLAR														
<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitaciones</li> </ul>														

<b>ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS</b>	
<b>Actividades específicas</b>	
<p>La capacitación a todo el personal involucrado en el proyecto crea concientización y sensibilización sobre el cuidado del componente, minimizando las acciones que puedan deteriorar la flora y fauna asociadas. Los talleres se deben efectuar de manera periódica a todo el personal que labora en las distintas etapas y actividades del proyecto.</p> <p>Es importante desde el inicio del proyecto delimitar las áreas de interés ambiental y de esta manera enfocar al manejo adecuado y protección de los recursos naturales destacando la importancia de los ecosistemas en la conservación de hábitats.</p> <p>Prohibir cualquier tipo de intervención sobre la cobertura vegetal no autorizada para ser utilizada en labores propias de la extracción de materiales y adecuación de las vías de acceso, etc.</p> <p>En los talleres y socializaciones a la comunidad se debe buscar erradicar las costumbres de quema y destrucción de los bosques. Es necesario resaltar la importancia ambiental y beneficios que éstos prestan a la zona.</p>	
<b>Ejes temáticos</b>	
<p>Las capacitaciones están dirigidas a la totalidad de los trabajadores del proyecto y a la comunidad de la zona. Estarán enmarcadas en los siguientes ejes temáticos ajustables en sus contenidos.</p> <p>Divulgación y socialización de los posibles impactos ambientales ocasionados por el proyecto.  Medidas de manejo forestal establecidos en el Plan de Manejo Ambiental del proyecto.  Medidas de mitigación de impactos negativos sobre el área de extracción y la vía de acceso.  Se debe prohibir cualquier tipo de intervención sobre la cobertura vegetal (tala, comercialización y/o quema).</p>	
<b>SEGUIMIENTO Y MONITOREO</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>INDICADOR DE AVANCE %</b>
Capacitaciones	Numero de capacitaciones realizadas /Número de capacitaciones programadas *100

Fuente: Autor, 2022

### ***Programa de manejo aprovechamiento forestal***

#### **Figura 34**

#### ***Programa de manejo de aprovechamiento forestal***

PMA_MB_13	Programa de manejo Aprovechamiento Forestal
<b>OBJETIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimizar el aprovechamiento de la madera y material vegetal residual.</li> <li>• Realizar el aprovechamiento forestal únicamente en el área de influencia directa.</li> </ul>

<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Señalar el 100% del área a intervenir para el aprovechamiento forestal</li> <li>Realizar al 100% la tala de árboles identificados para su aprovechamiento forestal</li> <li>Realizar el 95% de las capacitaciones programadas al personal involucrado con las actividades de aprovechamiento forestal.</li> </ul>
<b>ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO</b>	Construcción y montaje, explotación.
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perdida de la cobertura vegetal</li> <li>Afectación del paisaje</li> <li>Tala de arboles</li> </ul>
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Prevenición    X    Mitigación    X    Corrección    X    Compensación
<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>	Área de influencia del proyecto de concesión
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	Profesional en áreas agrícolas y/o ambientales (Ingeniero forestal, Ingeniero Agrícola, Ingeniero Ambiental, etc.), ayudantes y/o auxiliares de campo.
<b>RESPONSABLE EJECUCIÓN</b>	Titular minero del FHR-082

#### CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

Actividades	Presupuesto		Año 1											
	Unit \$	Total \$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Señalización del área a intervenir	100000	100000				x								
Capacitación al personal	100000	100000				x								
Tala de árboles (73)	20000	1460000				x								

#### ACCIONES A DESARROLLAR

- Señalización del área a intervenir
- Capacitación al personal
- Tala de árboles

#### ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

##### Actividades previas al aprovechamiento forestal

- Identificar y reconocer cada uno de los árboles con categoría de Amenaza dado por la IUCN, MADS (resolución 383 del 2010) y Libro Rojo de especies Amenazadas de Colombia, de acuerdo a las especificaciones del Programa de Conservación de Especies Vegetales en peligro crítico en veda o aquellas que no se encuentren registradas dentro del inventario nacional o que se cataloguen como posibles especies no identificadas.
- Realizar la señalización del área a intervenir.
- Capacitar al personal involucrado con las actividades de aprovechamiento (Aserradores, ayudantes, operarios de maquinaria pesada, entre otros), en temas concernientes a la tala dirigida y uso de los elementos de protección personal y uso adecuado de herramientas y equipos.

##### Actividades del Aprovechamiento Forestal

Se aplicarán las técnicas de tala dirigida, teniendo en cuenta que en la caída de los árboles no se puede afectar el área de influencia indirecta y la madera aprovechada, para lo cual se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Liberación de árboles: La remoción de la copa del árbol (en el caso que sea necesario), se hará desde las ramas inferiores hacia arriba, las cuales serán sujetadas con manilas (para evitar daños a la vegetación circundante y en la madera aprovechada), para luego realizar el corte con motosierra.

- Tala: se debe hacer un corte en la cuña sobre el fuste, hasta 1/5 o 1/4 del diámetro; luego un segundo corte en forma transversal ligeramente descendente.
- El corte final del tocón debe ser recto y en lo posible, a ras de suelo.
- La madera aprovechada será seleccionada de acuerdo al tamaño y a la especie y se colocará en sitios de depósito temporal, hasta contar con su uso dentro del proyecto.
- Desenraizado: Consiste en la eliminación de las raíces y tocones restantes del apeo. Una vez realizada esta actividad, se rellenarán los espacios dejados por estos en la superficie.
- Disposición final y apilado de la madera aprovechada: La madera aprovechada se trasladará a sitios temporales, los cuales estarán ubicados en sitios con poca vegetación (para evitar el menor impacto sobre la cobertura aledaña), ordenados y señalizados. Estos productos de la tala serán apilados de acuerdo a dimensiones y especies para mayor facilidad en el transporte.
- Uso y destino de la madera aprovechada: Los productos de tala serán usados en el proyecto para elaborar señales, tablas, estibas, postes, mangos de herramientas, pilotes, vigas, entre otros. Otro destino será dirigido al propietario del predio y otro se donará a la comunidad para uso doméstico.
- Traslado de residuos vegetales: El material vegetal resultante de la actividad de tala, será cortado en trozos pequeños y trasladado a sitios adecuados y autorizados por la Autoridad Ambiental para su disposición final, de tal manera que se reintegren los nutrientes a los suelos y mejoren las condiciones de humedad de los sitios. Esta actividad se hará suficientemente retirada de cuerpos y cursos de agua.

#### SEGUIMIENTO Y MONITOREO

ACTIVIDAD	INDICADOR DE AVANCE %
Señalización del área a intervenir	Metros señalizados/ Metros señalizados programados*100
Capacitaciones	Numero de capacitaciones realizadas /Número de capacitaciones programadas *100
Tala de árboles	# de árboles talados/# de árboles programados a talar*100

Fuente: Autor, 2022

### *Programa de manejo de fauna*

#### **Figura 35**

### *Programa de manejo de fauna*

PMA_MB_14	Programa manejo de Fauna
<b>OBJETIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar procesos de sensibilización y educación ambiental que disminuya la alteración a la fauna por parte del personal del proyecto</li> <li>• Implementar medidas de protección para las especies que se encuentren del área de influencia del proyecto</li> </ul>
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar el 100% de las señales informativas requeridas que protejan la fauna del área.</li> <li>• Ejecutar el 95% de las capacitaciones programadas a la comunidad y a los trabajadores del proyecto acerca del valor ambiental y ecológico de la fauna, su función ecológica y las restricciones legales sobre las mismas.</li> </ul>
<b>ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adecuación de infraestructura</li> <li>• Extracción de mineral</li> <li>• Transporte de mineral</li> </ul>

<b>IMPACTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cierre de bocamina</li> </ul>													
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución y pérdida de la calidad e hábitats para la fauna</li> </ul>													
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación							
<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>	Área de influencia del proyecto de concesión													
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	Biólogo, Técnico forestal y auxiliares.													
<b>RESPONSABLE EJECUCIÓN</b>	Titular minero del FHR-082													
<b>CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO</b>														
<b>Actividades</b>	<b>Presupuesto</b>		<b>Año 1</b>											
	Unit \$	Total \$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sensibilizaciones (Trabajadores y conductores).	300000	300000							x					
Instalación vallas de señalización (2)	50000	100000		x										
<b>ACCIONES A DESARROLLAR</b>														
<ul style="list-style-type: none"> <li>Charlas de Sensibilización</li> <li>Instalación vallas de señalización</li> </ul>														
<b>ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS</b>														
Sensibilización														
Educación ambiental														
<p>Las actividades de educación ambiental se realizaran a través de capacitación de formación que brinde información sobre el respeto al medio ambiente y la conservación de especies de fauna de la región como papel importante para el desarrollo de los ecosistemas, dirigida no solo al personal minero, sino también a la comunidad aledaña.</p> <p>Los principales temas para el manejo de educación ambiental se enfocarán así:  Presencia de especies de fauna en la región y su importancia en el desarrollo del ecosistema.  Fortalecimiento en temas de conservación de áreas de interés faunístico, tanto en ecosistemas terrestres como acuáticos que permita fortalecer la concientización al medio ambiente.  Manejo en caso de encuentros con especies de animales: ahuyentamiento, movilización, asistencia de animales heridos.  Especies en vías de extinción, prohibiciones de caza, captura, pesca y tráfico de animales.  Normatividad ambiental nacional sobre el recurso flora y fauna.</p>														
Señalización														
<p>Se instalarán señales informativas sobre la prohibición de caza, captura de fauna silvestre, en las áreas de influencia del proyecto.</p> <p>En caso de encontrarse fauna silvestre, ésta deberá retornarse al hábitat natural. Este procedimiento contará con la participación de la interventoría ambiental, quien deberá registrar el nombre de la especie haciendo una descripción de la misma, del sitio donde fue encontrada, el sitio al cual fue retornada la especie y registrar mediante fotografía el evento.</p>														



### ACCIONES A DESARROLLAR

- Reuniones con la comunidad
- Capacitaciones y talleres participativas con la comunidad
- Recepción de solicitudes, quejas o reclamos

### ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS

- En el desarrollo del programa de información y participación a la comunidad , el proyecto propiciará espacios de comunicación asertiva y atención a la comunidad, líderes comunitarios de las áreas de influencia, como también de las autoridades municipales, con el fin de mitigar, minimizar y compensar los impactos que puedan generarse por el desarrollo de las actividades realizadas en cada una de las etapas de ejecución del proyecto.
- Convocar a los habitantes de las veredas del área de influencia directa al taller participativo de priorización de líneas de inversión de acuerdo a las necesidades manifestadas por la comunidad para la formulación de los proyectos de inversión.
- Ejecución de los talleres de inversión social a través de la priorización de necesidades y formulación del proyecto por parte de las comunidades enfocados en las siguientes líneas:
  - Procesos Productivos.
  - Infraestructura social y comunitaria.
  - Apoyo y fomento a la educación.
  - Demás temas de interés comunitario.
- Instrucciones e información del procedimiento de información a la comunidad.
- Realizar al menos dos (2) talleres en el año con las JAC del área de influencia y uno (1) con las administraciones municipales.
- Desarrollar un programa de atención al usuario:
- Durante el desarrollo del proyecto es importante canalizar las diferentes opiniones, quejas, reclamos, sugerencias y demás inquietudes de los ciudadanos o habitantes de las comunidades intervenidas a través de lugares fijos o móviles más cercanos a ellos.
- Instaurar un sistema de atención del usuario: Realizar un registro o archivo en donde se dispongan información referida a los comentarios de cada persona de la comunidad que se acercó al punto de atención al usuario en donde se identifique lo siguiente: No. De consecutivo, fecha (día/mes/año), nombre y apellidos, municipio, vereda, referencia del lugar, dirección, teléfono, asunto, espacio de registro del seguimiento y gestión realizada por el titular, dando una respuesta en un plazo no mayor a 15 días calendario luego de recibida la información. . Sin embargo, en situaciones de emergencia las acciones de respuesta deben ser inmediatas, en otros casos de no poder dar respuesta por tratarse consultas y/o temas de mayor complejidad, el Profesional Social, debe informarle al solicitante el tipo de trámite a realizar, en todo caso a todas las solicitudes deben ser registradas, atenderlas oportunamente y formalizar el cierre con una vez se ha realizado el proceso adecuado donde debe tener la firma de conformidad del solicitante.
- Realizar reuniones si es necesario, en caso de que existan eventualidades o situaciones prioritarias que lo ameriten por iniciativa del titular o solicitud de la comunidad, se pueden concertar reuniones para tratar problemáticas y soluciones puntuales. Se debe realizar acta de lo concertado en la reunión y firma de los asistentes y registro fotográfico.

#### **Entrega de piezas informativas:**

Otro mecanismo de información es a través de volantes, carteleras, plegables, comunicados, documentos, a través de los cuales se convoca e informa a la comunidad a las reuniones u otras actividades de interés, el cual debe llevarse a cabo como mínimo con tres días de anticipación.

En los casos que se requiera informar y/o convocar a la comunidad se debe realizar gestión con la JAC contando con el apoyo en el proceso de divulgación y entrega de piezas informativas, disponiendo carteles en el Centro Educativo de la vereda más cercana, Alcaldía municipal y tiendas y negocios de la vereda y sitios cercanos de concentración de la comunidad.



SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
ACTIVIDAD	INDICADOR DE AVANCE %
Reuniones con la comunidad	(Número de reuniones realizadas en el mes /Número de reuniones programadas en el mes) *100
Solicitudes, quejas o reclamos	Número de solicitudes recibidas /Número de solicitudes atendidas y cerradas en el mes*100

Fuente: Autor, 2022

### *Programa de manejo de contratación de mano de obra*

**Figura 37**

### *Programa de manejo de contratación de mano de obra*

PMA_MS_16	Programa de manejo de contratación de mano de obra													
<b>OBJETIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Priorizar que las comunidades del lugar en que se localiza el proyecto se beneficien del desarrollo de este mediante la vinculación a las actividades.</li> </ul>													
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vincular el 80% de la mano de obra no calificada de personal de la región.</li> </ul>													
<b>ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción y adecuación de infraestructura</li> <li>Adecuación y construcción de vías</li> <li>Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos</li> <li>Extracción de material y transporte</li> <li>Adecuación, operación y mantenimiento de depósito de estéril</li> </ul>													
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de empleo</li> <li>Generación de expectativas</li> <li>Dinamización de la economía local</li> </ul>													
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección					Compensación				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>	Área de influencia del proyecto de concesión													
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	Personal operativo bajo la supervisión de personal Idóneo en el tema.													
<b>RESPONSABLE EJECUCIÓN</b>	Titular minero del FHR-082													
CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO														
Actividades	Presupuesto		Año 1											
	Unit \$	Total \$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vinculación mano de obra personal de la región (12)	1500000	18000000	x	x										
Recibir hojas de vida	0	0	x	x										
ACCIONES A DESARROLLAR														
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recibir hojas de vida y conformar las listas de candidatos.</li> <li>Vinculación de mano de obra de la región</li> </ul>														

<b>ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS ACCIONES PLANTEADAS</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratación de la mano de obra del proyecto</li> <li>• Para el desarrollo del proyecto, se seguirán las directrices de orden administrativo para la contratación de personal. De acuerdo a los requerimientos del proyecto en cuanto a mano de obra se tendrá en cuenta los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- El 80% de la mano de obra no calificada será contratada a personal de la región</li> <li>- El 50% de la mano de obra semi calificada será contratada a personal de la región</li> <li>- La contratación de la mano de obra calificada dependerá de la oferta de personal requerido disponible en la región.</li> </ul> </li> <li>• Recepción de hojas de vida. Luego de definir los cargos que desarrollaran las actividades de explotación, se convocará a las personas de la comunidad del área de influencia del proyecto que apliquen según sus capacidades y experiencia.</li> <li>• Luego de recibir las hojas de vida se procede a la selección y vinculación del personal al proyecto minero.</li> </ul>					
<b>SEGUIMIENTO Y MONITOREO</b>					
<table border="1"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">ACTIVIDAD</th> <th style="text-align: center;">INDICADOR DE AVANCE %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Vinculación de mano de obra</td> <td style="text-align: center;">Numero de mano de obra vinculada / Número de mano de obra programada a vincular *100</td> </tr> </tbody> </table>		ACTIVIDAD	INDICADOR DE AVANCE %	Vinculación de mano de obra	Numero de mano de obra vinculada / Número de mano de obra programada a vincular *100
ACTIVIDAD	INDICADOR DE AVANCE %				
Vinculación de mano de obra	Numero de mano de obra vinculada / Número de mano de obra programada a vincular *100				

Fuente: Autor, 2022

***Programa de manejo de educación y capacitación al personal vinculado al proyecto***

**Figura 38**

***Programa de manejo de educación y capacitación al personal vinculado al proyecto***

PMA_MS_17	<b>Programa de manejo de educación y capacitación al personal vinculado al proyecto</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brindar la información concerniente al proyecto de tal forma que esto contribuya a organizar mejor las labores de explotación del título minero.</li> <li>• Capacitar al personal del proyecto, en temáticas orientadas hacia las prácticas adecuadas de uso y manejo de los recursos naturales.</li> <li>• Implementar medidas de seguridad para el trabajador minero y los trabajadores indirectos del proyecto, para minimizar los riesgos asociados a la actividad</li> </ul>
<b>META</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar al 95% del personal de trabajo nuevo y de manera periódica la inducción en seguridad, salud y ambiente.</li> <li>• Cumplir con el 80% del SG SST para la prevención de accidentes y enfermedades laborales.</li> <li>• Realizar el 90% de los talleres programados en Seguridad y medio ambiente.</li> <li>• Verificar que se realice la entrega de dotación y equipos de seguridad al 100% del personal de trabajo.</li> <li>• Disponer del 95% de los elementos de primeros auxilios en condiciones adecuadas.</li> </ul>

<b>ACTIVIDADES QUE OCASIONAN EL IMPACTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción y adecuación de infraestructura</li> <li>• Adecuación y construcción de vías</li> <li>• Operación y mantenimiento de maquinaria y equipos</li> <li>• Extracción de material y transporte</li> <li>• Adecuación, operación y mantenimiento de depósito de estéril</li> </ul>												
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de empleo</li> <li>• Generación de expectativas</li> <li>• Dinamización de la economía local</li> </ul>												
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación						
<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>	Área de influencia del proyecto de concesión												
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	Persona capacitada para llevar a cabo el SG SST (Ingeniero Ambiental, Ingeniero de minas, técnico o especialista SST), Trabajadores												
<b>RESPONSABLE EJECUCIÓN</b>	Titular minero del FHR-082												

### CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

Actividades	Presupuesto		Año 1											
	Unit \$	Total \$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inducción y entrenamiento (12)	50000	600000	x	x										
Actividades SG SST	4000000	4000000	x						x					x
Talleres	200000	800000		x			x			x			x	
Entrega de dotaciones y EPP	9000000	9000000	x				x				x			

### ACCIONES A DESARROLLAR

- Realizar la inducción y entrenamiento a todo el personal nuevo que ingrese al desarrollo de las actividades mineras
- Cumplir normas de seguridad minera e industrial que minimice el riesgo de accidentes de trabajo y enfermedad laboral.
- Realizar actividades de bienestar de los mineros y seguridad social
- Entregar la dotación y elementos de protección personal de acuerdo al cargo
- Disponer de elementos de primeros auxilios y señalización

### ALTERNATIVAS PARA REALIZAR LAS CCIONES PLANTEADAS

- Inducción y entrenamiento al personal nuevo
- Antes del inicio de las actividades en obra, los trabajadores asistirán a jornadas de inducción en las cuales se informará sobre: aspectos generales de las actividades a ejecutar en la explotación del mineral, lineamientos sociales y ambientales contenidos en el Plan de Manejo Ambiental (PMA); la aplicación de medidas y normas en seguridad industrial, manejo ambiental del entorno y acciones restrictivas de tipo ambiental aplicables a los distintos procesos a desarrollar.
- Capacitación por frentes de trabajo: Se debe establecer un plan de capacitaciones a los trabajadores vinculados al proyecto durante las etapas previas a la construcción y durante la operación u explotación de la mina de carbón, por frentes de trabajo.
- Talleres de profundización demás charlas y socializaciones: el plan se implementará mediante charlas y talleres orientados por una metodología didáctica y participativa, se programarán cada año, entre los temas a tratar se deben considerar los siguientes:
- Descripción técnica del proyecto.

- Identificación de las características ambientales, sociales y culturales de la zona, generando recomendaciones especiales para su interacción con el entorno con el fin de evitar situaciones de conflicto en las que pueda verse afectado el proyecto.
- Manejo integral de residuos sólidos, líquidos, industriales y peligrosos. Manejo de materiales, responsabilidad ambiental.
- Instrucciones e información del procedimiento de información a la comunidad.
- Capacitación del manejo de equipos
- Realizar al menos dos (2) talleres en el año con las JAC del área de influencia y uno (1) con las administraciones municipales.

### **Cumplir normas de seguridad minera e industrial**

Ejecutar el Sistema de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo a través del cumplimiento de las siguientes acciones:

- Elaborar y desarrollar las actividades planteadas en el plan de trabajo anual, que permitan garantizar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo.
- Identificar los peligros y valora los riesgos en todas las actividades del proyecto minero.
- Llevar el registro de la información de las diferentes actividades y los programas que se desarrollarán para garantizar las condiciones de seguridad.
- Conformación de los diferentes comités y verificar su funcionalidad a través de las respectivas actas de reunión.
- Registro de actividades que garanticen la formación del personal para actuación en caso de emergencias.
- Se debe tener contacto continuo con la estación de salvamento minero de INGEOMINAS, la sede más cercana - Nobsa (Boyacá) con el fin manejar de manera inmediata cualquier suceso que se pueda llegar a presentar. Así mismo se conformará y capacitará un grupo de brigadistas que pueda actuar ante una posible emergencia.

### **Dotación de equipos de seguridad**

Se debe proveer a todo el personal de trabajo de los elementos y equipos de protección personal necesarios que garantice condiciones de seguridad. zapatos de protección contra golpes, equipos de respiración autónoma, auto rescatadores y los elementos básicos para emergencias. Se les debe brindar la entrega de dotación como mínimo 3 veces al año, de acuerdo a la normatividad colombiana y brindar la capacitación requerida para su uso y mantenimiento adecuado.

### **Información y divulgación con piezas de comunicación:**

Contendrán información relativa a la protección del medio ambiente, se dispondrá de plegables y/o folletos con información socio-ambiental socializándolo con los empleados en los talleres y capacitaciones programadas, el cual debe entregarse a cada trabajador

### **Primeros auxilios y señalización**

Se debe tener en el área de trabajo todos los elementos para auxiliar en primeros auxilios: camilla, botiquín, equipos de respiración autónoma. Así mismo mantener la señalización preventiva, informativa y reglamentarias correspondientes en todas las áreas de trabajo, indicando los riesgos prioritarios, y las medidas de prevención requeridas para cada una de ellas. De acuerdo al plan de emergencias del proyecto se debe tener la señalización con las rutas de evacuación pertinentes y el punto de encuentro, dependiendo el tipo de emergencia.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
ACTIVIDAD	INDICADOR DE AVANCE %
Inducción y entrenamiento al personal	(Número de capacitaciones realizados/ Número de trabajadores nuevos) *100
Seguridad minera e industrial	Certificado de Porcentaje de cumplimiento del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el trabajo dado por la ARL
Taller de profundización demás charlas y/o socializaciones.	Número de talleres realizados /Número de talleres programados*100
Dotación de equipos de seguridad	(N° de dotaciones entregadas / N° de dotaciones programadas de entrega) * 100
Primeros auxilios y señalización	(Mantenimiento realizados / mantenimientos programados) * 100

**Fuente:** Autor, 2022

### Plan de seguimiento y monitoreo

Con el objetivo de realizar seguimiento y monitoreo a las actividades planteadas en las fichas de manejo ambiental, se plantean los siguientes programas, las cuales se crearon para el cumplimiento de las metas propuestas. Este seguimiento y control se desarrollará a través de indicadores que permitirán revisar de manera continua las acciones propuestas, y verificar su eficiencia y eficacia.

Con los resultados del plan de seguimiento y monitoreo se facilita la toma de medidas adicionales, cuando éstas sean requeridas.

A continuación, en la Tabla 38, se presentan los programas de seguimiento y monitoreo, con los cuales es posible identificar el alcance del cumplimiento del plan de manejo ambiental.

**Tabla 38**

*Listado de programas de seguimiento y monitoreo*

Medio	Código	Programa de seguimiento y monitoreo a los planes del PMA
<b>Abiótico</b>	PMA-MA-01	Programa seguimiento y monitoreo y control de gases y partículas
	PMA-MA-02	Programa seguimiento y monitoreo y control de ruido
	PMA-MA-03	Programa seguimiento y monitoreo agua de escorrentía
	PMA-MA-04	Programa seguimiento y monitoreo aguas residuales domesticas
	PMA-MA-05	Programa seguimiento y monitoreo aguas mineras para reúso
	PMA-MA-06	Programa seguimiento y monitoreo aguas de consumo
	PMA-MA-07	Programa seguimiento y monitoreo revegetalización y paisajismo
	PMA-MA-08	Programa seguimiento y monitoreo control de procesos erosivos
	PMA-MA-09	Programa seguimiento y monitoreo disposición de estériles
	PMA-MA-10	Programa seguimiento y monitoreo residuos sólidos
	PMA-MA-11	Programa seguimiento y monitoreo cierre y abandono
<b>Biótico</b>	PMA-MB-12	Programa seguimiento y monitoreo flora
	PMA-MB-13	Programa seguimiento y monitoreo aprovechamiento forestal
	PMA-MB-14	Programa seguimiento y monitoreo de fauna

<b>Socio económico</b>	PMA-MS-15	Programa seguimiento y monitoreo de información y participación comunitaria
	PMA-MS-16	Programa seguimiento y monitoreo de contratación de mano de obra
	PSM-MA-17	Programa de seguimiento y monitoreo de educación y capacitación al personal vinculado

Fuente: Autor, 2022

## Programas de medio abiótico

### *Programa seguimiento y monitoreo de control de gases y partículas*

#### Figura 39

### *Programa de seguimiento y monitoreo de control de gases y partículas*

<b><i>Programa seguimiento y monitoreo de control de gases y partículas</i></b>	<b>CÓDIGO: PSM_MA_01</b>		
<b>Objetivo General:</b> Determinar las medidas ambientales necesarias para prevenir y mitigar los posibles impactos sobre el componente atmosférico.			
<b>Objetivos específicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registrar la medición de la concentración de gases en socavones y vehículos de transporte de material</li> <li>• Controlar las emisiones de polvo generado en las vías internas y externas de las minas.</li> <li>• Prevenir las emisiones de material Particulado.</li> <li>• Evitar el deterioro de las vías</li> </ul>			
<b>Impactos Ambientales a Monitorear:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de la calidad del aire por emisión de gases</li> <li>• Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado</li> </ul>			
<b>Parámetros a Muestrear:</b>			
Para el control de gases generados en las labores mineras, se deberá llevar un registro de las mediciones de gases emanados en las labores mineras, medidos por medio de multidetectores y registrado en las bitácoras diarias de control.			
Los parámetros de medición y sus valores límites permisibles, serán aquellos mencionados en el decreto 1886 de 2015, artículo 39, relacionados en la siguiente ilustración:			
<b>Gases</b>	<b>Fórmula</b>	<b>TLV-TWA (ppm)</b>	<b>TLV-STEL (ppm)</b>
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	5000	30000
Monóxido de Carbono	CO	25	-
Ácido Sulhídrico	H <sub>2</sub> S	1	5
Anhídrido Sulfuroso	SO <sub>2</sub>	-	0,25
Óxido Nítrico	NO	25	-
Dióxido de Nitrógeno	NO <sub>2</sub>	0,2	-
Fuente: Decreto 1886 de 2015			
TLV (Valores límite Permisibles)			
TWA (Promediado Ponderado para jornada de ocho horas diarias)			
STEL (Valor límite permisible para un corto tiempo de exposición)			

El volumen de oxígeno será tomado de acuerdo al artículo 38 del decreto 1886 de 2015, con un contenido no menor del 19,5% o mayor a 23,5%.

Adiciónamele se deberá revisar la implementación del Plan de ventilación minera del Proyecto.

El parámetro de control a muestrear en la emisión de gases por fuentes fijas, será la ejecución de mantenimientos preventivos a las diferentes máquinas y equipos que funcionen a combustión interna, además de aquellos que puedan promover la polución de material tales como tolvas y malacates. Es necesario que los equipos de combustión interna mantengan un buen rendimiento para que eviten mayor consumo energético, y por consiguiente mayores emisiones de gases al ambiente.

Métodos de recolección de información:

La medición de gases se realizará cada día de operación minera en los socavones de las mismas, registrando los valores obtenidos en una bitácora de control; registro que se revisará cada mes por parte de los profesionales del Departamento de Gestión Ambiental de la empresa.

Los mantenimientos a la maquinaria del centro se deberá registrar en la hoja de vida de cada equipo (Física y Magnética), incluyendo el tipo de reparación realizado, futuros cambios a realizar, persona encargada del mantenimiento, entre otros registros.

La humectación vial, se realizará durante los días de transporte de material y serán verificadas mensualmente según el registro será llevado en una bitácora para control.

Adicionalmente las novedades presentes en esta ficha de manejo, también se registrarán en el “Libro de Bitácoras Ambientales”, como medio de respaldo de las actividades desarrolladas.

En el cubrimiento de las tolvas se debe implementar el uso de polisombra, esta se utilizará cubriendo en su totalidad el almacenamiento del mineral. El cambio de esta se deberá efectuar cuando la polisombra presente agujeros y no cumpla con su función.

Metodología de muestreo y análisis:

La medición de gases en socavones y vehículos se realizará una vez por turno de trabajo, antes del ingreso a labores mineras.

Sitio de Medición: Áreas de explotación y vías de acceso

Frecuencia de Medición:

- La medición de gases en socavones y vehículos se llevará a cabo a diario
- La humectación de las vías se realizará los días que se transporte material
- El mantenimiento de las fuentes fijas del proyecto se realizará semestralmente o antes si se llegase a presentar algún tipo de falla
- El cubrimiento de las tolvas se llevara a cabo una vez se inicien las labores de extracción de material
- La revisión del carpado de las volquetas se debe hacer en cada uno de los viajes de transporte de material que se realicen en el proyecto, evitando que exista una polución y por ende una contaminación

Responsables: Departamento de Gestión Ambiental (DGA) - Titular Minero

Indicadores a monitorear:

Monitoreos de calidad de aire

$$\frac{\text{\# de monitoreos realizados}}{\text{\# de monitoreos programados}} * 100$$

Control de emisiones vehiculares



	$\frac{\text{\# de vehiculos con certificado ambiental de emisiones (vigente)}}{\text{\# de vehiculos contratados}} * 100$
Mantenimiento de equipos	$\frac{\text{\# de mantenimientos realizados}}{\text{\# de mantenimientos programados}} * 100$
Atención a quejas y reclamos	$\frac{\text{\# de quejas atendidas}}{\text{\# total de quejas}} * 100$
Humectaciones viales	$\frac{\text{\# de humectaciones realizadas}}{\text{\# de humectaciones programadas}} * 100$
Tolvas con polisombra	$\frac{\text{mt de polisombra colocado}}{\text{mt de polisombra programada}} * 100$
Revisiones de carpado de volquetas	$\frac{\text{\# de revisiones realizadas}}{\text{\# de revisiones programada}} * 100$

Fuente: Autor, 2022

### ***Programa seguimiento y monitoreo de control de ruido***

#### **Figura 40**

#### *Programa seguimiento y monitoreo control de ruido*

<b><i>Programa seguimiento y monitoreo de control de ruido</i></b>	<b>CÓDIGO: PSM_MA_02</b>
<u>Objetivo General:</u> Establecer las medidas de manejo ambiental para la prevención y mitigación del ruido generado.	
<u>Objetivos específicos:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar mantenimientos preventivos en los vehículos, que eviten la generación de ruidos excesivos, por fallas de tipo mecánico.</li> <li>• Proyectar capacitaciones de seguridad industrial al personal de trabajo</li> <li>• Prevenir la generación de enfermedades auditivas del personal operativo del centro de producción minera por medio de la dotación de EPP de tipo auditivo.</li> </ul>	
<u>Impactos ambientales a monitorear:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de los niveles sonoros</li> </ul>	
<u>Parámetros a muestrear:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de barreras para equipos generadores de ruido</li> <li>• Entrega de Elementos de Protección Personal a los trabajadores del centro, como medida preventiva a la generación de enfermedades de origen auditivo.</li> <li>• Desarrollo de capacitaciones sobre seguridad industrial al personal de trabajo del centro</li> <li>• Construcción de barreras vivas</li> </ul>	
<u>Métodos de recolección de información:</u>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro fotográfico de barreras para equipos generadores de ruido – bitácora de registros de mantenimiento.</li> <li>• Registros de entrega y uso de Elementos de Protección Personal Registros en actas de capacitación</li> <li>• Los miembros del DGA, en los recorridos de campo determinarán el metraje necesario para la siembra de barreras vivas, dejando evidencia de estas determinaciones por medio de registros, con los que se pueda tener control sobre las decisiones tomadas y su evaluación en el tiempo.</li> </ul>
<p><u>Metodología de muestreo y análisis:</u> Las actividades de registro, como capacitaciones y actas de entrega de dotación serán archivadas y evaluadas en el monitoreo al programa.</p>
<p><u>Sitio de Medición:</u> Áreas de explotación y vías de acceso</p>
<p><u>Frecuencia de medición:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimientos Preventivos: Semestral</li> <li>• Capacitación: Trimestral</li> <li>• Entrega de EPP: Trimestral (decreto 1072/2015 y decreto 1886/2015)</li> </ul>
<p><u>Responsables:</u> Departamento de Gestión Ambiental (DGA) – Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo - Titular Minero</p>
<p><u>Indicadores a monitorear:</u></p> <p>Capacitaciones</p> $\frac{\# \text{ de capacitaciones realizadas}}{\# \text{ de capacitaciones propuestas}} * 100$ <p>Entrega de EPP.</p> $\frac{\# \text{ de entregas de EPP realizadas}}{\# \text{ de entregas de EPP propuestas}} * 100$ <p>Mantenimientos</p> $\frac{\# \text{ de mantenimientos realizados}}{\# \text{ de mantenimientos programados}} * 100$ <p>Barreras vivas</p> $\frac{\# \text{ de metros de barrera viva construida}}{\# \text{ de metros de barrera viva programada}} * 100$ <p>Barreras para equipos generadores de ruido</p> $\frac{\# \text{ de barreras contruidas para equipos generadores ruido}}{\# \text{ de equipos generadores de ruido}} * 100$

**Fuente:** Autor, 2022

**Programa seguimiento y monitoreo agua de escorrentía**

**Figura 41**

*Programa seguimiento y monitoreo agua de escorrentía*

<b>Programa seguimiento y monitoreo agua de escorrentía</b>	<b>CÓDIGO: PSM_MA_03</b>
<b>Objetivo General:</b> Prevenir la contaminación de las aguas lluvias, construyendo las obras y adecuaciones necesarias para evitar su contacto con aguas residuales y áreas con presencia de residuos	
<b>Objetivos específicos:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir un sistema de canalización de las aguas lluvias para evitar el contacto del agua de escorrentía con las áreas de trabajo.</li> <li>• Realizar inspección y mantenimiento a los sistemas de canalización de aguas lluvias construidos con el fin de mantener su adecuado funcionamiento.</li> </ul>	
<b>Impactos ambientales a monitorear:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradación de terrenos o suelos en el área de la mina</li> <li>• Activación de procesos erosivos</li> <li>• Alteración de las propiedades físico químicas del agua.</li> <li>• Alteración de drenajes naturales</li> </ul>	
<b>Parámetros a muestrear:</b>	
Los sistemas de recolección de aguas lluvias y de escorrentía se ubicarán en vías de acceso privado, patios de estéril, contornos de áreas operativas, taludes con altas pendientes, entre otros. Por lo tanto, el parámetro a muestrear será la realización de obras de canalización, el mantenimiento semestral registrado y verificación de disposición final adecuada de las aguas de escorrentía.	
<b>Métodos de recolección de información:</b>	
Cada obra nueva y mantenimiento realizado será registrado en el “Libro de Bitácoras Ambientales”; ingresando la fecha en la que se ejecuta la actividad, una descripción general que detalle lo efectuado y la firma de quien ejecutó y quien evidenció.	
<b>Metodología de muestreo y análisis:</b>	
Los miembros del DGA, en los recorridos de campo determinarán el metraje necesario y los sistemas de canalización de aguas lluvias, dejando evidencia de estas determinaciones por medio de registros, con los que se pueda tener control sobre las decisiones tomadas y su evaluación en el tiempo.	
<b>Sitio de Medición:</b> Áreas de explotación	
<b>Frecuencia de Medición:</b>	
Las labores de construcción y mantenimiento de las obras de canalización y conducción de aguas lluvias y de escorrentía se realizará cada semestre; semanas antes de los periodos ordinarios de lluvias.	
<b>Responsables:</b> Departamento de Gestión Ambiental (DGA) - Titular Minero	
<b>Indicadores a monitorear:</b>	
Construcción de cunetas	$\frac{\text{metraje de canalización construido}}{\text{metraje de canalización propuesto}} * 100$
Mantenimiento	$\frac{\# \text{ de mantenimientos realizados}}{\# \text{ de mantenimientos programados}} * 100$

Construcción de sedimentadores

$$\frac{\# \text{ de sedimentadores construidos}}{\# \text{ de sedimentadores programados}} * 100$$

Se equipará el número de sedimentadores construidos, frente al número de canales construidos.

Fuente: Autor, 2022

### ***Programa seguimiento y monitoreo aguas residuales domesticas***

#### **Figura 42**

### ***Programa seguimiento y monitoreo aguas residuales domésticas***

<b><i>Programa seguimiento y monitoreo aguas residuales domesticas</i></b>		<b>CÓDIGO: PSM_MA_04</b>
<b>Objetivo General:</b> Evitar la contaminación de cuerpos de agua o suelos receptores de las aguas residuales, así como proteger la salud humana de las afecciones que puedan ocasionar dichas aguas.		
<b>Objetivos específicos:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar la calidad del efluente dispuesto, por medio de una caracterización fisicoquímica.</li> <li>• Verificar que los periodos de mantenimiento a los sistemas de tratamiento de agua residual doméstica se estén desarrollando de acuerdo con lo planteado en el programa.</li> <li>• Prevenir problemas sanitarios por manejos inadecuados en las aguas residuales domésticas.</li> <li>• Controlar el desarrollo de las inspecciones periódicas a las líneas de conducción a los sistemas y de disposición final del efluente.</li> </ul>		
<b>Impactos ambientales por monitorear:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de la calidad del agua superficial</li> <li>• Alteración de la calidad del suelo</li> </ul>		
<b>Parámetros por Muestrear:</b>		
Los parámetros que se muestrearán en el efluente final del sistema de tratamiento de agua residual doméstica, será el establecido en la Resolución 0631 de 2015, en su artículo 8, para aguas residuales Doméstica – ARD. De las soluciones individuales de saneamiento de viviendas unifamiliares o bifamiliares.		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Límite Máx. Permisible</b>
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O <sub>2</sub>	200,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L O <sub>2</sub>	-----
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	100,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L O <sub>2</sub>	5,00
Grasas y Aceites	mg/L	20,00
Sustancias Activas de Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	-----
Fuente: Basado de Resolución 0631/2015		
Adicionalmente en el seguimiento a la funcionalidad de las estructuras de tratamiento se evaluarán los siguientes parámetros:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de Fugas y grietas</li> <li>• Conexiones erradas</li> <li>• Sobresaturación de lodos</li> <li>• Deterioro de las estructuras</li> </ul>		

Obstrucciones
<p><u>Métodos de recolección de información:</u> Se podrá contar con los reportes de resultados entregados por el laboratorio de aguas, como una fuente de información para el seguimiento.</p> <p>Los diferentes actores del Departamento de Gestión Ambiental se encargarán de recolectar la información obtenida en las jornadas de monitoreo y se registrará en el “Libro de Bitácoras Ambientales”.</p>
<p><u>Metodología de muestreo y análisis:</u> Adicionalmente en el seguimiento a la funcionalidad de las estructuras de la unidad, se evaluarán los siguientes parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de Fugas y grietas</li> <li>• Conexiones erradas</li> <li>• Sobresaturación de lodos</li> <li>• Deterioro de las estructuras</li> <li>• Obstrucciones</li> </ul>
<u>Sitio de Medición:</u> Tanques Sépticos
<p><u>Frecuencia de Medición:</u> Mantenimiento: anual Inspecciones generales: anuales</p>
<u>Responsables:</u> Departamento de Gestión Ambiental (DGA) – Titular Minero
<p><u>Indicadores por monitorear:</u></p> <p>Sistema de tratamiento</p> $\frac{\text{\# de tanques sépticos construidos}}{\text{\# de tanques sépticos programados a construir}} * 100$ <p>Mantenimiento</p> $\frac{\text{\# de mantenimientos realizadas}}{\text{\# de mantenimientos programados a realizar}} * 100$

Fuente: Autor, 2022

### ***Programa seguimiento y monitoreo sobre aguas mineras para reúso***

#### **Figura 43**

#### *Programa seguimiento y monitoreo sobre aguas mineras para reúso*

<b><i>Programa seguimiento y monitoreo sobre las aguas mineras para reúso</i></b>	<b>CÓDIGO: PSM_MA_005</b>
<p><u>Objetivo General:</u> Proveer estrategias de monitoreo para mantener la calidad ecosistémica frente al agua generada en el centro de trabajo.</p>	
<p><u>Objetivos específicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener funcionales y eficientes los sistemas de tratamiento de aguas mineras</li> <li>• Realizar una caracterización fisicoquímica y microbiológica del efluente minero como seguimiento a la calidad del vertimiento.</li> <li>• Realizar mantenimientos preventivos a las estructuras de tratamiento de agua minera.</li> <li>• Capacitar al personal operativo de los sistemas de tratamiento sobre la gestión integral del efluente minero.</li> </ul>	

Impactos ambientales por monitorear:

- Alteración de la calidad del suelo
- Cambio de uso del suelo
- Alteración de la disponibilidad de agua superficial
- Alteración de la calidad del agua subterránea

Parámetros a Muestrear:

Los parámetros a muestrear en las caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas del drenaje minero, serán las mencionadas en la resolución 1207 del 2014, artículo 7, uso agrícola.

<b>Uso Agrícola</b>	
<b>Parámetros Analizados</b>	<b>Valor limite</b>
pH	6 - 9
Conductividad	1500
Caudal	N.E.
Temperatura	N.E.
Fenoles totales	1,5
Hidrocarburos aromáticos	0,01
Cianuro libre	0,2
Cloruros	300
Fluoruros	1
Sulfatos	500
Aluminio	5
Berilio	0,1
Cadmio	0,01
Zinc	3
Cobalto	0,05
Cobre	1
Cromo	0,1
Plomo	5
Hierro	5
Mercurio	0,002
Litio	2,5
Manganeso	0,2
Molibdeno	0,07
Níquel	0,2
Sodio	200
Vanadio	0,1
Arsénico	0,1
Boro	0,4
Selenio	0,02
Cloro Total Residual	Menor a 1
Nitratos	5

Fuente: Resolución 1207 de 2014

<p>Adicionalmente en el seguimiento a la funcionalidad de las estructuras de tratamiento se evaluarán los siguientes parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de Fugas y grietas</li> <li>• Conexiones erradas</li> <li>• Sobresaturación de lodos</li> <li>• Deterioro de las estructuras</li> <li>• Obstrucciones</li> <li>• Daños generales en el sistema de bombeo</li> </ul>	
<p><u>Método de recolección de información:</u> Se podrá contar como fuente de información los reportes de resultados entregados por el laboratorio de aguas.</p> <p>Cada obra nueva y mantenimiento realizado será registrado en el “Libro de Bitácoras Ambientales”; ingresando la fecha en la que se ejecuta la actividad, una descripción general de lo efectuado y firma de quien ejecuta y evidenció.</p>	
<p><u>Metodología de muestreo y análisis:</u> Para la medición de la calidad fisicoquímica del efluente minero, se seguirán los manuales de instrucciones para la toma de muestras de agua, estipulados por IDEAM y la norma NTC-ISO 5667-1, 2 y 3.</p> <p>Para efectos del muestro se contará con el apoyo de un laboratorio de aguas certificado por el Instituto hidrológico, meteorológico y de estudios ambientales IDEAM; quienes seguirán protocolos de muestreo, que garanticen su valides. Adicional se contará con el apoyo de un laboratorio de suelos certificado por el ICA.</p>	
<p><u>Sitio de Medición:</u> Área de influencia del título minero</p>	
<p><u>Frecuencia de Medición:</u> La caracterización fisicoquímica para análisis en laboratorio se realizará anualmente, evaluando los parámetros expuestos en normatividad vigente y medidos en un laboratorio certificado por el IDEAM.</p> <p>Control del estado y funcionamiento de operación de los sistemas de tratamiento y mantenimiento se realizará cada mes evaluando las condiciones de Ph, color, olor, turbidez y caudal.</p>	
<p><u>Responsables:</u> Departamento de Gestión Ambiental (DGA) – Titular Minero</p>	
<p><u>Indicadores cuantitativos a monitorear</u></p>	
<p>Construcción del sistema</p>	$\frac{\text{Infraestructura construida}}{\text{Infraestructura programada a construir}} * 100$
<p>Calidad del agua</p>	$\frac{\text{\# de monitoreos realizados}}{\text{\# de monitoreos programados}} * 100$
<p>Mantenimiento</p>	$\frac{\text{\# de mantenimientos realizadas}}{\text{\# de mantenimientos programadas}} * 100$

Fuente: Autor, 2022

**Programa seguimiento y monitoreo de aguas para consumo**

**Figura 44**

*Programa seguimiento y monitoreo de aguas para consumo*

<b>Programa seguimiento y monitoreo de aguas para consumo</b>	<b>CÓDIGO: PSM_MA_06</b>
<u>Objetivo General:</u> Verificar que cada uno de los trabajadores cuente con servicio de agua apta para consumo humano.	
<u>Objetivos específicos:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la construcción de un sistema de tratamiento de agua potable</li> <li>• Realizar una caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano al final del tratamiento</li> <li>• Verificar la realización de mantenimientos periódicos a las plantas de tratamiento de agua potable.</li> <li>• Verificación de la instalación de la línea de conducción y aducción de agua potable</li> </ul>	
<u>Impactos ambientales por monitorear:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de la disponibilidad de agua superficial.</li> <li>• Disminución de los servicios base de agua superficial</li> </ul>	
<u>Parámetros a muestrear:</u>	
Valor de litros comprados por semana, para el consumo humano (preparación de alimentos – “casino”) y el uso de la unidad sanitaria.	
<u>Métodos de recolección de información:</u>	
Se podrá contar como fuente de información los reportes de suministro de la empresa externa.	
Cada obra nueva y mantenimiento realizado será registrado en el “Libro de Bitácoras Ambientales”; ingresando la fecha en la que se ejecuta la actividad, una descripción general de lo efectuado y firma de quien ejecuta y evidenció.	
<u>Metodología de muestreo y análisis:</u> Se podrá contar como fuente de información los reportes de suministro de la empresa externa.	
<u>Sitio de Medición:</u> Compra de litros de agua, campamento	
<u>Frecuencia de Medición:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compra agua: semanal</li> <li>• Control del estado y funcionamiento de operación de los sistemas de almacenamiento: se realizará cada mes.</li> </ul>	
<u>Responsables:</u> Departamento de Gestión Ambiental (DGA) - Titular Minero	
<u>Indicadores a monitorear:</u>	
Compra de agua de consumo	$\frac{\# \text{ de M3 de agua comprada}}{\# \text{ de M3 de agua programada}} * 100$
Inspecciones	$\frac{\# \text{ de inspecciones realizadas}}{\# \text{ de inspecciones programadas}} * 100$

**Fuente:** Autor, 2022



**Programa seguimiento y monitoreo de revegetalización y paisajismo**

**Figura 45**

*Programa seguimiento y monitoreo de revegetalización y paisajismo*

<b>Programa seguimiento y monitoreo de revegetalización y paisajismo</b>	<b>CÓDIGO: PSM_MA_07</b>
<p><u>Objetivo General:</u> Inspeccionar el establecimiento y desarrollo de plantaciones forestales introducidas por la empresa y estudiar los cambios paisajísticos generados en el área de operación del proyecto.</p>	
<p><u>Objetivos específicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar seguimiento a la restauración de la cobertura paisajísticamente conforme a la vegetación nativa existente en el área.</li> <li>• Realizar seguimiento a la siembra de barreras vivas en el área del proyecto</li> <li>• Realizar mejoramiento paisajístico del área</li> </ul>	
<p><u>Impactos ambientales por monitorear:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de la calidad del aire</li> <li>• Cambio de uso del suelo</li> <li>• Alteración de los servicios base del suelo</li> <li>• Afectación de la estructura del paisaje</li> <li>• Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna</li> <li>• Modificación de la cobertura vegetal</li> </ul>	
<p><u>Parámetros a Muestrear:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de las condiciones fitosanitarias de las plantaciones forestales</li> <li>• Análisis de unidades paisajísticas</li> <li>• Siembra y mantenimiento de barreras vivas</li> </ul>	
<p><u>Métodos de recolección de información:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las conclusiones obtenidas de cada revisión fitosanitaria serán registradas en el “Libro de Bitácoras ambientales”, dejando en evidencia los cambios en las poblaciones forestales, requerimientos en mantenimiento y estado general de la plantación.</li> <li>• La información de análisis paisajístico será tomada principalmente de imágenes proyectadas por sensores remotos; para un posterior manejo informático y documental interno.</li> </ul>	
<p><u>Metodología de muestreo y análisis:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control fitosanitario de las plantaciones forestales establecidas en el proyecto con un objetivo paisajístico, tales como barreras vivas, barreras rompe vientos, obras de jardinería, entre otras. Determinando el estado en el que se encuentran y los requerimientos forestales necesarios para su mantenimiento, como podas, aporques, abonados, riegos, deshierbes, fumigo, entre otras.</li> <li>• Utilizando imágenes de sensores remotos y herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se realizará un análisis multitemporal de las condiciones paisajísticas del proyecto, identificando cambios en las unidades paisajísticas en cada uno de los años estudiados.</li> </ul>	
<p><u>Sitio de Medición:</u> Áreas de explotación</p>	
<p><u>Frecuencia de Medición:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revegetalización: Trimestral</li> <li>• Mantenimiento: Cada 9 meses</li> </ul>	
<p><u>Responsables:</u> Departamento de Gestión Ambiental (DGA) - Titular minero.</p>	

<u>Indicadores a monitorear:</u>	
Revegetalización	$\frac{\# \text{ mt 2 revegetalizadas realizados}}{\# \text{ mt 2 revegetalizadas programados}} * 100$
Barreras vivas	$\frac{\# \text{ de metros de barrera viva construida}}{\# \text{ de metros de barrera viva programada}} * 100$
Mantenimiento Integral	$\frac{\# \text{ de mantenimientos realizados}}{\# \text{ de mantenimientos programados}} * 100$

Fuente: Autor, 2022

### ***Programa seguimiento y monitoreo de procesos erosivos***

#### **Figura 46**

#### *Programa seguimiento y monitoreo de procesos erosivos*

<b><i>Programa seguimiento y monitoreo de procesos erosivos</i></b>	<b>CÓDIGO: PSM_MA_08</b>
<u>Objetivo General:</u> Definir las medidas de manejo y control de los procesos erosivos presentes en el área minera	
<u>Objetivos específicos:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar los procesos erosivos de la zona ocasionados por las labores realizadas para la explotación minera</li> <li>• Recuperación de suelos intervenidos por las actividades mineras.</li> </ul>	
<u>Impactos ambientales por monitorear:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de la calidad del suelo</li> <li>• Cambio del uso de suelo</li> <li>• Desestabilización de taludes</li> </ul>	
<u>Parámetros a Muestrear:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de procesos erosivos encontrados en la zona y características principales de los mismos</li> <li>• Mantenimiento de cunetas y talud</li> <li>• Revisión de las condiciones fitosanitarias de las plantaciones forestales</li> </ul>	
<u>Métodos de recolección de información:</u>	
La información obtenida en las jornadas de monitoreo se registrará en el “Libro de Bitácoras Ambientales”.	
<u>Metodología de muestreo y análisis:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El grupo evaluador deberá determinar el avance y cumplimiento de la ficha ambiental, al identificar los procesos erosivos generados en el área de influencia y su control por parte del equipo ambiental.</li> <li>• Control fitosanitario de las plantaciones forestales, determinando el estado en el que se encuentran y los requerimientos forestales necesarios para su mantenimiento, como podas, aporques, abonados, riegos, deshierbes, fumigo, entre otras.</li> </ul>	
<u>Sitio de Medición:</u> Área de influencia del título minero	

<u>Frecuencia de Medición:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de procesos erosivos: Trimestral</li> <li>• Control fitosanitario: semestral</li> </ul>
<u>Responsables:</u> Departamento de Gestión Ambiental (DGA) – Titular Minero
<u>Indicadores a monitorear:</u> <p>Control de procesos erosivos</p> $\frac{\text{\# de procesos erosivos intervenidos}}{\text{\# de procesos erosivos inventariados}} * 100$ <p>Mantenimiento sistemas de control de erosión</p> $\frac{\text{\# de mantenimientos realizados a sistemas de control de erosión}}{\text{\# de mantenimientos programados}} * 100$ <p>Mantenimiento Integral de plantaciones</p> $\frac{\text{\# de mantenimientos realizados a plantaciones}}{\text{\# de mantenimientos programados}} * 100$

Fuente: Autor, 2022

### ***Programa seguimiento y monitoreo de disposición de estériles***

#### **Figura 47**

#### ***Programa seguimiento y monitoreo de disposición de estériles***

<b><i>Programa seguimiento y monitoreo de disposición de estériles</i></b>	<b>CÓDIGO: PSM_MA_09</b>
<u>Objetivo General:</u> Adoptar las medidas de disposición adecuada de estériles de acuerdo con criterios ambientales.	
<u>Objetivos específicos:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener las condiciones del depósito de almacenamiento de estériles , respetando las especificaciones de diseño y las restricciones establecidas por la autoridad ambiental</li> <li>• Evaluar las capacidades técnicas de los botaderos de estéril, de acuerdo al volumen generado anualmente en las áreas de explotación.</li> <li>• Proyectar la funcionalidad de las labores de confinamiento, modelación y revegetalización del patio de estéril.</li> </ul>	
<u>Impactos ambientales por monitorear:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de la calidad del aire</li> <li>• Generación de residuos solidos</li> <li>• Alteración de la calidad del suelo</li> <li>• Alteración de la calidad del agua</li> <li>• Afectacion de la estructura del paisaje.</li> </ul>	
<u>Parámetros a Muestrear:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de material estéril modelado</li> <li>• Porcentaje de material estéril Revegetalizado</li> <li>• Estado de las labores de modelación ambiental (obras civiles ambientales)</li> <li>• Estado del material vegetal introducido</li> </ul>	

Métodos de recolección de información: La información obtenida en las jornadas de monitoreo y se registrará en el “Libro de Bitácoras Ambientales”.

Metodología de muestreo y análisis:

El grupo evaluador deberá determinar el avance y cumplimiento de la ficha ambiental, al identificar los porcentajes de material estéril sometidos a labores de modelado y revegetalizado, además del avance de las obras civiles ambientales (contención) de manejo del patio de estéril, así como la señalización y mantenimiento de los mismos.

Sitio de Medición: Botadero

Frecuencia de Medición:

- Empradización de botaderos: trimestral
- Zanjas de coronación: semestral
- Mantenimiento: trimestral

Responsables: Departamento de Gestión Ambiental (DGA) – Titular Minero

Indicadores a monitorear:

Estabilización del botadero

$$\frac{\text{m2 estabilizados}}{\text{m2 programados a estabilizar}} * 100$$

Construcción de cunetas

$$\frac{\text{m de cunetas construidas}}{\text{m de cunetas programadas a construir}} * 100$$

Mantenimiento

$$\frac{\text{\# de mantenimientos realizados}}{\text{\# de mantenimientos programados}} * 100$$

Revegetalización de taludes y manejo paisajístico

$$\frac{\text{m2 revegetalizados}}{\text{m2 programadas a revegetalizar}} * 100$$

**Fuente:** Autor, 2022

**Programa seguimiento y monitoreo a los residuos sólidos**

**Figura 48**

*Programa seguimiento y monitoreo a los residuos sólidos*

<b>Programa seguimiento y monitoreo a los residuos sólidos</b>	<b>Código: PSM_MA_10</b>
<p><u>Objetivo General:</u> Monitorear el cumplimiento de implementación a las medidas necesarias para el manejo adecuado de los residuos domésticos y especiales que se generan en la explotación minera, con el fin de proteger la salud humana de los trabajadores y los recursos suelo, agua, aire y la estética del paisaje</p>	
<p><u>Objetivos específicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar el manejo adecuado de los residuos sólidos originados por las actividades del proyecto a través del sistema de separación en la fuente de acuerdo con su clasificación</li> <li>• Establecer medidas para la adecuada disposición final de los residuos especiales generados en el proyecto.</li> <li>• Garantizar condiciones de orden y aseo que mejoren las condiciones paisajísticas.</li> </ul>	
<p><u>Impactos ambientales por monitorear:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de la calidad del aire</li> <li>• Generación de residuos sólidos</li> <li>• Alteración de la calidad del agua</li> </ul>	
<p><u>Parámetros a Muestrear:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que los convenios de recolección y disposición final de residuos, con empresas especializadas para tal fin, se encuentren vigentes.</li> <li>• Inspecciones periódicas a los sistemas de gestión de residuos sólidos.</li> <li>• Ejecución de Jornadas de orden y aseo a las instalaciones mineras.</li> <li>• Capacitación al personal de trabajo sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y especiales</li> </ul>	
<p><u>Métodos de recolección de información:</u>            En el Libro de Bitácoras Ambientales se registrarán las actividades de inspección general a los sistemas de gestión de residuos sólidos y las jornadas de orden y aseo realizadas.</p> <p>Se utilizarán como insumos de soporte los recibos de pago del servicio de recolección y disposición final de residuos sólidos entregados por la Unidad de Servicios Públicos municipal o la empresa encargada de este servicio.</p> <p>Registros de capacitación sobre adecuado manejo de residuos sólidos</p>	
<p><u>Metodología de muestreo y análisis:</u>            Las jornadas de seguimiento al programa se fundamentarán en la observación de los revisores, verificando la eficiencia y funcionalidad de las diferentes estrategias de gestión de residuos sólidos; además de verificar que los convenios de recolección y disposición final de residuos sólidos, con empresas competente, estén vigentes y se estén llevando a cabo.</p> <p>Los miembros del DGA en el desarrollo de sus programas de seguimiento y control deberán verificar que los sistemas de recolección de residuos sólidos cuenten con la infraestructura necesaria para su gestión, además de inspeccionar si se están llevando a cabo los procesos de clasificación en la fuente de los residuos. Adicionalmente deberán controlar que la disposición final de estos sea la planteada en el programa, evitando problemas de disposición final incorrecta y reduciendo la probabilidad de generación de enfermedades de carácter sanitario.</p>	
<p><u>Sitio de Medición:</u> Áreas de explotación</p>	
<p><u>Frecuencia de Medición:</u>            Entrega de los residuos sólidos: Semanal            Jornadas de Orden y Aseo: Semanal</p>	

Capacitaciones: trimestral	
<u>Responsables:</u> Departamento de Gestión Ambiental (DGA) - Personal Operativo - Titular Minero	
<u>Indicadores a monitorear:</u>	
Puntos ecológicos	$\frac{\text{\# de puntos ecológicos dispuestos}}{\text{\# de puntos ecológicos programadas}} * 100$
Entrega de residuos ordinarios (Cualitativo)	Certificado de la empresa de aseo de la entrega de la entrega de los residuos
Entrega de residuos especiales (Cualitativo)	Certificado de la empresa de aseo de la entrega de la entrega de los residuos especiales
Jornada de limpieza y aseo	$\frac{\text{\# de jornadas de aseo realizadas}}{\text{\# de jornadas de aseo programadas}} * 100$
Capacitación	$\frac{\text{\# de capacitaciones realizadas}}{\text{\# de capacitaciones programadas}} * 100$

Fuente: Autor, 2022

### ***Programa seguimiento y monitoreo al cierre y abandono***

#### **Figura 49**

#### *Programa seguimiento y monitoreo al cierre y abandono*

<b><i>Programa seguimiento y monitoreo al cierre y abandono del proyecto minero</i></b>	<b>Código: PSM_MA_11</b>
<u>Objetivo General:</u> Verificar el cumplimiento ambiental de las labores de cierre y abandono de proyectos mineros que han agotado su etapa productiva.	
<u>Objetivos específicos:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir los porcentajes de áreas de patios de estéril recuperadas, una vez terminado el proyecto.</li> <li>• Verificar el cerramiento técnico de las áreas de explotación determinadas para cierre y abandono minero.</li> <li>• Validar el retiro de la infraestructura minera de la zona de operaciones.</li> <li>• Controlar la ejecución de actividades de compensación ambiental en la zona de cierre y abandono definida.</li> </ul>	
<u>Impactos ambientales por monitorear:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en el uso del suelo</li> <li>• Alteración de la estructura del paisaje</li> <li>• Inestabilidad del terreno/alteración de las formas del terreno.</li> </ul>	

<p><u>Parámetros a Muestrear:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una vez no se adicione más material estéril a los patios ubicados en superficie, se deben medir las áreas impactadas y cuantificar la totalidad del área recuperada por confinado, modelado y revegetalizado.</li> <li>• Se deberá verificar el número de plantas a sembrar en la compensación ambiental y el estado de estas, seis meses después.</li> <li>• Verificar el retiro de toda la infraestructura minera construida en etapas anteriores al cierre y abandono minero.</li> <li>• Ratificar el cierre de todas las áreas de explotación propuestos en el cierre y abandono.</li> <li>• Cuantificar los focos erosivos o reptados y proceder a su recuperación ambiental.</li> <li>• Inventariar la infraestructura sujeta a desmonte y medir su porcentaje de retiro.</li> </ul>
<p><u>Métodos de recolección de información:</u> La información obtenida en las jornadas de monitoreo y se registrará en el “Libro de Bitácoras Ambientales” o actas específicas para el cierre y abandono minero.</p>
<p><u>Metodología de muestreo y análisis:</u></p> <p>El cierre y abandono del proyecto minero podrá ser Progresivo o total. Progresivo cuando se refiere a solo algunas labores mineras del título, y total cuando se refiera al término sin prórrogas del título minero y la licencia ambiental.</p> <p>Una vez decretado internamente el cierre de un proyecto minero, se procederá a adelantar los proyectos de la ficha de manejo, continuando con las labores de seguimiento y control mencionadas, y dejando registro en actas, conceptos técnicos empresariales y libro de bitácoras ambientales.</p>
<p><u>Sitio de Medición:</u> Áreas de explotación y botaderos</p>
<p><u>Frecuencia de Medición:</u></p> <p>Cierre y Abandono Final: Al cierre de cada proyecto minero</p> <p>Cierre Progresivo: Anual.</p> <p>Post – Cierre: Anual (por cuatro años)</p>
<p><u>Responsables:</u> Departamento de Gestión Ambiental (DGA) - Titular Minero.</p>
<p><u>Indicadores a monitorear:</u></p> <p>Desmantelamiento de infraestructura</p> $\frac{\text{\# de infraestructura desmantelada}}{\text{\# de insfraestructura programad a desmantelar}} * 100$ <p>Revegetalización</p> $\frac{\text{m2 revegetalizados}}{\text{m2 programadas a revegetalizar}} * 100$ <p>Instalación de señalización</p> $\frac{\text{\# de señales instaladas}}{\text{\# de señales proyectadas a instalar}} * 100$

**Fuente:** Autor, 2022

## Programas de medio biótico

### *Programa seguimiento y monitoreo a la flora*

#### Figura 50

#### *Programa seguimiento y monitoreo a la flora*

<i>Programa seguimiento y monitoreo a la flora</i>	CÓDIGO: PSM_MB_12
<u>Objetivo General:</u> Evaluar la eficiencia del Programa de Manejo de Flora, de acuerdo a las condiciones de calidad del medio registradas en los monitores realizados al programa.	
<u>Objetivos específicos:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registrar el cumplimiento del programa de educación a todo el personal del proyecto, por medio de talleres sobre la importancia de los recursos naturales.</li> <li>• Evitar la eliminación y afectación de la cobertura vegetal fuera de las áreas de intervención directa por parte del personal que labore para el proyecto</li> </ul>	
<u>Impactos ambientales por monitorear:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna</li> <li>• Modificación de la cobertura vegetal</li> </ul>	
<u>Parámetros a Muestrear:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitaciones y talleres al manejo adecuado del medio ambiente y protección de los recursos naturales</li> </ul>	
<u>Métodos de recolección de información:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actas de capacitación y registros encontrados en el libro de bitácoras ambientales.</li> </ul>	
<u>Metodología de muestreo y análisis:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada semestre se revisará si las actividades de capacitación ambiental al personal de trabajo, acerca del aprovechamiento forestal y cuidado de la flora silvestre se han realizado, verificando su calidez y calificando lo encontrado.</li> </ul>	
<u>Sitio de Medición:</u> Área de influencia del proyecto	
<u>Frecuencia de Medición:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas de seguimiento al programa: Semestral.</li> </ul>	
<u>Responsables:</u> Departamento de Gestión Ambiental (DGA) – Titular Minero.	
<u>Indicadores a monitorear:</u>	
Capacitaciones	
$\frac{\# \text{ de capacitaciones realizadas}}{\# \text{ de capacitaciones propuestas}} * 100$	

**Fuente:** Autor, 2022



*Programa seguimiento y monitoreo para el aprovechamiento forestal*

**Figura 51**

*Programa seguimiento y monitoreo para el aprovechamiento forestal*

<b>Programa Seguimiento Y Monitoreo Para El Aprovechamiento Forestal</b>		<b>CÓDIGO: PSS_MB_013</b>
<u>Objetivo General:</u> Plantear medidas de monitoreo al programa de manejo de aprovechamiento forestal en el proyecto minero		
<u>Objetivos Específicos:</u>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimizar el aprovechamiento de la madera y material vegetal residual</li> <li>• Verificar al alcance de las medidas de concientización ambiental a trabajadores mineros que permita reducir el impacto ocasionado al ambiente por las actividades de aprovechamiento forestal.</li> </ul>		
<u>Impactos ambientales por monitorear:</u>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perdida de la cobertura vegetal</li> <li>• Afectación del paisaje</li> <li>• Tala de arboles</li> </ul>		
<u>Parámetros a muestrear:</u>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un parámetro de medición a utilizar en el monitoreo del programa y sus repercusiones sobre la calidad del medio, será la cuantificación de la cantidad de señales dispuestas en la zona, las capacitaciones y los árboles talados</li> </ul>		
<u>Métodos de recolección de información:</u>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actas de novedades registradas en una bitácora</li> </ul>		
<u>Metodología de muestreo:</u>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La información recolectada acerca del cumplimiento de las actividades del programa, será obtenida de los registros del libro de bitácoras.</li> </ul>		
Sitio de medición: Área de influencia del proyecto		
Frecuencia de medición: Mediciones cumplimiento del programa: Semestral		
Responsables: Departamento de gestión ambiental (DGA) –Titular minero		
Indicadores a monitorear:		
Señalización	$\frac{\text{metros señalizados}}{\text{metros señalizados programados}} * 100$	
Capacitaciones	$\frac{\# \text{ de capacitaciones realizadas}}{\# \text{ de capacitaciones programadas}} * 100$	
Tala de árboles	$\frac{\# \text{ de árboles talados}}{\# \text{ de árboles programados a talar}} * 100$	

**Fuente:** Autor, 2022

## Programa seguimiento y monitoreo de fauna

### Figura 52

#### Programa seguimiento y monitoreo de fauna

<b>Programa seguimiento y monitoreo de fauna</b>	<b>Código: PSM_MB_14</b>
<b>Objetivo General:</b> Plantear medidas de monitoreo a los programas de manejo de fauna silvestre en medio del proyecto minero.	
<b>Objetivos específicos:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el alcance de las medidas de concientización ambiental a trabajadores mineros y comunidad circunvecina, en la prevención de caza y comercialización de fauna silvestre.</li> <li>• Medir el avance de los programas de sensibilización ambiental establecidos en el Programa de Manejo de Fauna Silvestre.</li> </ul>	
<b>Impactos ambientales por monitorear:</b>	
✓ Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna.	
<b>Parámetros a Muestrear:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un parámetro de medición a utilizar en el monitoreo del programa y sus repercusiones sobre la calidad del medio, será la cuantificación de casos de caza presentes en la zona, validándolo con el promedio de casos anual reportados en la zona.</li> <li>• Adicionalmente se medirá el cumplimiento de lo programado a través de la revisión del número de actividades propuestas dentro del programa.</li> </ul>	
<b>Métodos de recolección de información:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas al personal de trabajo y la comunidad sobre episodios de caza reportados.</li> <li>• Registro de capacitación y novedades registradas en el libro de bitácoras ambientales.</li> </ul>	
<b>Metodología de muestreo y análisis:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La recolección de información de casos de caza, será por medio de entrevistas periódicas a trabajadores y miembros de la comunidad; quienes notificarán las novedades y se tabularán dentro del análisis del programa.</li> <li>• La información recolectada acerca del cumplimiento de las actividades del programa, será obtenida de los registros del libro de bitácoras ambientales y registros de capacitación al personal de trabajo y la comunidad.</li> </ul>	
<b>Sitio de Medición:</b> Área de influencia del proyecto	
<b>Frecuencia de Medición:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediciones cumplimiento del programa: Semestral</li> </ul>	
<b>Responsables:</b> Departamento de Gestión Ambiental – Titular de la Licencia	
<b>Indicadores a monitorear:</b>	
Capacitaciones	$\frac{\# \text{ de capacitaciones realizadas}}{\# \text{ de capacitaciones propuestas}} * 100$
Señalización.	$\frac{\# \text{ señalizaciones instaladas}}{\# \text{ señalización a instalar}} * 100$

Fuente: Autor, 2022

## Programas de medio socioeconómico

### *Programa seguimiento y monitoreo a la información y participación comunitaria*

#### Figura 53

#### *Programa seguimiento y monitoreo a la información y participación comunitaria*

<b><i>Programa seguimiento y monitoreo a la información y participación comunitaria</i></b>	<b>Código: PSM_MS_15</b>
<u>Objetivo General:</u> Propiciar espacios para la participación de la comunidad, juntas de acción comunal y otros líderes comunitarios existentes en el área de influencia del proyecto, en cada una de las etapas del proyecto.	
<u>Objetivos específicos:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el seguimiento a las quejas, reclamos, solicitudes de información, sugerencias y demás observaciones, presentadas por la comunidad</li> <li>• Canalizar los programas y las actividades de información y participación ciudadana especialmente las solicitudes, sugerencias y /o quejas y reclamos a través de un programa de atención al usuario del proyecto, en un punto fijo y/o móvil, propiciando la inclusión de los ciudadanos en los programas de tipo social y ambiental.</li> <li>• Cumplir con las actividades de información, atención y divulgación para el logro de una participación comunitaria activa dejando evidencias de la gestión adelantada</li> </ul>	
<u>Impactos ambientales por monitorear:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflicto con la comunidad y relación con el territorio</li> <li>• Generación de expectativas</li> </ul>	
<u>Parámetros a Muestrear:</u> Reuniones con la comunidad Recepción de sugerencias, quejas o reclamos	
<u>Métodos de recolección de información:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de sugerencias, quejas o reclamos</li> </ul>	
<u>Metodología de muestreo y análisis:</u> Instaurar un sistema de atención del usuario: Realizar un registro o archivo en donde se disponga información referida a los comentarios de cada persona de la comunidad que se acercó al punto de atención al usuario en donde se identifique lo siguiente: No. De consecutivo, fecha (día/mes/año), nombre y apellidos, municipio, vereda, referencia del lugar, dirección, teléfono, asunto, espacio de registro del seguimiento y gestión realizada por el titular, dando una respuesta en un plazo no mayor a 15 días calendario luego de recibida la información.  Sin embargo, en situaciones de emergencia las acciones de respuesta deben ser inmediatas, en otros casos de no poder dar respuesta por tratarse consultas y/o temas de mayor complejidad, el Profesional Social, debe informarle al solicitante el tipo de trámite a realizar, en todo caso a todas las solicitudes deben ser registradas, atenderlas oportunamente y formalizar el cierre con una vez se ha realizado el proceso adecuado donde debe tener la firma de conformidad del solicitante.	
<u>Sitio de Medición:</u> Área de influencia del proyecto	
<u>Frecuencia de Medición:</u> Anual	
<u>Responsables:</u> Departamento de Gestión Ambiental (DGA) – Departamento de Minas -Titular Minero.	
<u>Indicadores a monitorear:</u>  Reuniones con la comunidad  $\frac{\text{\# de reuniones realizadas en el mes}}{\text{\# # reuniones programadas en el mes}} * 100$	

Solicitudes, quejas o reclamos
$\frac{\text{\# de solicitudes recibidas}}{\text{\# solicitudes atendidas y cerradas en el mes}} * 100$

Fuente: Autor, 2022

### ***Programa seguimiento y monitoreo de contratación de mano de obra***

#### **Figura 54**

### *Programa seguimiento y monitoreo de contratación de mano de obra*

<b><i>Programa seguimiento y monitoreo de contratación de mano de obra</i></b>	<b>CÓDIGO: PSM_MS_16</b>
<u>Objetivo General:</u> Verificar que el personal contratado para el desarrollo del proyecto pertenezca al área de influencia del mismo.	
<u>Objetivos específicos:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir (cualitativamente) la cantidad de personal contratado para el desarrollo del proyecto perteneciente al área de influencia.</li> </ul>	
<u>Impactos ambientales por monitorear:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de empleo</li> <li>• Generación de expectativas</li> <li>• Dinamización de la economía local</li> </ul>	
<u>Parámetros a Muestrear:</u> Los parámetros a medir serán:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratación de mano de obra de la zona</li> </ul>	
<u>Métodos de recolección de información:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas</li> </ul>	
<u>Metodología de muestreo y análisis:</u>	
La metodología de muestreo será por medio de entrevistas a los titulares mineros en el momento de realizar la contratación del personal con la finalidad de tener conocimiento del número de trabajadores que se van a encontrar en las áreas de trabajo y que pertenezcan a la zona.	
<u>Sitio de Medición:</u> Centro de producción minera	
<u>Frecuencia de Medición:</u>	
Las entrevistas a los titulares mineros se desarrollarán en el momento de realizar la contratación de personal con el fin de recolectar información y hacer el respectivo análisis de la misma.	
<u>Responsables:</u> Departamento de Gestión Ambiental (DGA) -Titular Minero.	
<u>Indicadores a monitorear:</u>	
Vinculación de mano de obra	
$\frac{\text{\# de personas contratadas del área del proyecto}}{\text{Total de personas contratadas}} * 100$	

Fuente: Autor, 2022

**Programa de seguimiento y monitoreo a la educación y capacitación al personal vinculado**

**Figura 55**

*Programa seguimiento y monitoreo a la educación y capacitación al personal vinculado*

<b>Programa de seguimiento y monitoreo a la educación y capacitación al personal vinculado</b>	<b>Código: PSM_MS_017</b>
<p><u>Objetivo General:</u> Evaluar el desarrollo de los programas de formación ambiental del personal de trabajo minero.</p>	
<p><u>Objetivos específicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir (cualitativamente) el grado de conciencia adquirido por el personal de trabajo, en medio del desarrollo de los programas de capacitación ambiental.</li> </ul>	
<p><u>Impactos ambientales por monitorear:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de empleo</li> <li>• Generación de expectativas</li> <li>• Dinamización de la economía local</li> </ul>	
<p><u>Parámetros a Muestrear:</u> Los parámetros a medir serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apropiación de los programas del PMA y seguridad por parte de los trabajadores del centro.</li> <li>• Comportamiento y compromiso de los trabajadores con las buenas prácticas ambientales y de seguridad.</li> </ul>	
<p><u>Métodos de recolección de información:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuestas</li> <li>• Registros de capacitación</li> <li>• Talleres evaluativos</li> <li>• Registros del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo</li> <li>• Señalización de emergencia</li> </ul>	
<p><u>Metodología de muestreo y análisis:</u> La metodología de muestreo será por medio de encuestas, en las que se plasme la concepción ambiental de cada trabajador y los cambios aptitud frente al desarrollo de cada programa de control ambiental.</p> <p>Adicionalmente se deben tomar los diferentes factores de respuesta y vinculación de cada trabajador a los programas de manejo ambiental y seguridad. Ejemplo de ello puede ser el participar de los programas de reciclaje y gestión de residuos sólidos en el centro.</p>	
<p><u>Sitio de Medición:</u> Centro de producción minera</p>	
<p><u>Frecuencia de Medición:</u> Las capacitaciones, talleres, encuestas y procesos de formación ambiental se desarrollarán cada año</p>	
<p><u>Responsables:</u> Departamento de Gestión Ambiental (DGA) -Titular Minero.</p>	
<p><u>Indicadores a monitorear:</u></p> <p>Inducción y entrenamiento</p> $\frac{\text{\# capacitaciones de inducción realizadas}}{\text{\# de trabajadores nuevos}} * 100$ <p>Seguridad minera e industrial (Cualitativo)</p> <p style="text-align: center;">Certificado de Porcentaje de cumplimiento del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el trabajo dado por la ARL (anual)</p>	

Talleres y charlas

$$\frac{\# \text{ de talleres de profundización realizadas}}{\# \text{ de talleres propuetas}} * 100$$

Dotación

$$\frac{\# \text{ de dotaciones entregadas}}{\# \text{ de dotaciones programadas de entrega}} * 100$$

Primeros auxilios y señalización

$$\frac{\# \text{ de manteniminto a equipos de emergencia realizados}}{\# \text{ de mantenimientos programados}} * 100$$

**Fuente:** Autor, 2022

## Conclusiones

A través de la caracterización de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos, se pudo establecer la línea base en el área de influencia del proyecto minero FHR-082, la cual brindó herramientas para realizar la evaluación de impacto ambiental y formular los programas de manejo ambiental que permitan llevar a cabo la actividad minera de una forma responsable y comprometida con la sostenibilidad ambiental y el desempeño social a lo largo de toda la cadena de valor productiva del proyecto.

La delimitación realizada para la zonificación ambiental permitió determinar que el área de influencia del proyecto tiene una sensibilidad ambiental moderada, donde se distinguen zonas de restricción importantes para los servicios ecosistémicos y zonas de intervención de amplio rango debido a las actividades de agricultura y ganadería realizadas.

En general las propiedades ambientales de la zona de estudio se mantienen estables, teniendo en cuenta los antecedentes de actividades de minería informal en el área.

En la ejecución del proyecto minero, los impactos negativos más representativos se dan en las etapas de explotación, extracción y transporte del mineral, debido a los cambios morfodinámicos, la inestabilidad del terreno y la disposición de manejo para el recurso agua, estos de igual manera conllevan a generar impactos en la flora y fauna presente. Estos factores fueron determinantes para plantear soluciones viables y eficaces en los respectivos programas de manejo ambiental.

En el área directa e indirecta del proyecto no existen áreas protegidas, esenciales para la biodiversidad natural y cultural de la región, sin embargo, se consideraron las rondas hídricas y demás cuerpos de agua como áreas de exclusión, las cuales no pueden ser intervenidas por las

actividades del proyecto, dado sus características de fragilidad y sensibilidad ecosistémicas y socioeconómicas.

El desarrollo de los programas de manejo ambiental formulados en el presente estudio, conllevan al mejoramiento de las condiciones tanto económicas como laborales de la población involucrada, y al sostenimiento del ecosistema aledaño, ya que estos se orientaron a la premisa de “dejar el área del proyecto en mejores condiciones de las que se encontraba antes de iniciar el mismo”, dando cumplimiento así, a los requisitos establecidos en la normatividad vigente, priorizando al cuidado los recursos y condiciones de la población del área.



### **Recomendaciones**

Desarrollar el plan de manejo ambiental para cada uno de los componentes formulados en el presente estudio, con el fin de minimizar y controlar los impactos a las condiciones ambientales y socioeconómicas del área de influencia del proyecto minero.

Realizar el seguimiento y control de acuerdo al plan de seguimiento y monitoreo formulado en el presente estudio, con el objeto de garantizar el cumplimiento de las metas propuestas en cada programa.

Socializar a todo el personal minero las medidas de prevención , mitigación, corrección y/o mitigación contempladas para los impactos presentados en las diferentes etapas del proyecto minero, con el fin de promover la concientización ambiental y se involucre a todo el personal en el desarrollo de las actividades.

Incorporar a la comunidad aledaña en el programa de manejo de información y participación comunitaria, donde se fomente la educación ambiental y se brinden espacios de comunicación asertiva y atención a la comunidad con el fin de priorizar sus necesidades y trabajar conjuntamente para el mejoramiento de las condiciones al medio ambiente y la comunidad.

## Referencias

- Acevedo., E.(2010). Procedimiento de trabajo seguro para construcción de cunetas en concreto. Construvicol S.A. Bogotá. Colombia. Tomado de <https://docplayer.es/53096663-Procedimiento-de-trabajo-seguro-construccion-de-cunetas-en-concreto.html>.
- Agencia Nacional de Minería. (2021). Audiencia de rendición de cuentas 2021. Bogotá, Colombia
- ANLA. Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA Proyectos De Explotación Minera .Bogotá, 2016. p 12-18
- Ávila, A (2018) Formulación del estudio de Impacto ambiental para la "Mina de la Gobernación" en Pesca - Boyacá. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de ingeniería. Escuela de ingeniería Ambiental. Tunja.2018.
- Bello, N. (2016). Formulación del Plan de Manejo Ambiental para la Formalización de Minería Tradicional OE9-16511 en el Sector del Alto de Jiménez, Vereda Morca, Municipio de Sogamoso. (Trabajo de Grado, Ingeniería Ambiental). Repositorio Institucional UNAD <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/12010>
- Caro, C., Toca, D. (2016). Realizar e implementar un plan de Manejo ambiental en la mina Arizona (Bocamina 3 y 4) ubicada en la vereda Modecá del municipio de Corrales, Boyacá. (Trabajo de Grado, Ingeniería Ambiental). Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/11849>
- Castiblanco, M (2016). Actualización de plan de manejo ambiental para el proyecto minero Carbodiamante concesión 7241. Trabajo de Grado (Ingeniería Ambiental). (Trabajo de Grado, Ingeniería Ambiental). Repositorio Institucional UNAD <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/8586>

- Conesa, V. (2006). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3ª Edición. Madrid: Ediciones Mundi prensa, noviembre. p 79-87, p 89-95
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. 2015. Glosario de Términos ambientales. Tomado de. <https://www.car.gov.co/vercontenido/2215>
- Correa, A (2001). Guía Ambiental Subterránea del Carbón. Ministerio de Medio Ambiente & Ministerio de Medio Ambiente. MINERCOL. Santafé de Bogotá pág. 4-5
- Gobernación de Boyacá / Secretaría de minas y energía. (04 de agosto de 2020). Estadísticas primer semestre 2020.
- Gremone, Carlos, Fernando Cervigón, Stefan Gorzula, Glenda Medina y Daniel Novoa. 1980. «Fauna de Venezuela. Vertebrados». Editorial Biosfera. Caracas.
- Holdridge, L., 1978. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA-. p 225. San José de Costa Rica. 1978
- IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 33p.
- IDEAM, IGAC, IAvH, Invenmar, I. Sinchi, IIAP. (2010). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Geoportal. [http://www.ideam.gov.co/documents/11769/222663/E\\_ECCMC\\_Ver21\\_100K.pdf/addc175f-3ac6-415b-9b9e-a1c4368b5b3e](http://www.ideam.gov.co/documents/11769/222663/E_ECCMC_Ver21_100K.pdf/addc175f-3ac6-415b-9b9e-a1c4368b5b3e)
- Instituto Alexander Van Humboldt, 2002. Libro Rojo de Aves de Colombia. Bogotá – Colombia, 2002.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2002). Cartografía Básica[mapa]. Geoportal. <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia>

- Lynch, J. M. Renjifo, 2001. Guía de anfibios y reptiles de Bogotá y alrededores. DAMA. Ministerio del Medio Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.
- Matthews, L. Harrison (1977). *La Vida de los Mamíferos, Tomo I*. Historia Natural Destino, vol. 16. Barcelona, España: Ediciones Destino. p. 414.
- Ministerio de Minas y Energía & y Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Guía Minero Ambiental 1 de Exploración. Bogotá, Colombia. Tomado de. [https://www.minminas.gov.co/documents/10180/416798/explotacion+2\\_2.pdf](https://www.minminas.gov.co/documents/10180/416798/explotacion+2_2.pdf)
- Ministerio de Minas y Energía. (2013). Decreto 933 del 2013 Disposiciones en materia de Formalización de Minería Tradicional y se Modifican unas Definiciones del Glosario Minero. Bogotá D.C.
- Nuvan, J. (2017). Diseño de un Estudio de Impacto Ambiental para el Contrato de Concesión Minera Suasquida IDA-08593 de carbón localizadas en la Vereda San José en el Municipio de Tópaga del departamento de Boyacá. (Trabajo de Grado, Ingeniería Ambiental). Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/13846>
- Patiño, S. (2014). Programa de Trabajos y Obras Mina "El Remanso" contrato de concesión FHR-082. Agencia Nacional de Minería. Nobsa Boyacá- Colombia
- Plan de Desarrollo municipal Tópaga 2016 – 2019. Tomado de. [https://topagaboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/topagaboyaca/content/files/000061/3023\\_pdm-topaga-20162019-1.pdf](https://topagaboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/topagaboyaca/content/files/000061/3023_pdm-topaga-20162019-1.pdf)
- Municipio de Tópaga. 2000. Esquema de Ordenamiento Territorial EOT del municipio de Tópaga. 2000.

- Rotoplast, 2012. Sistemas sépticos integrados. Bogotá – Colombia. 2012. Tomado de <https://rotoplast.com.co/uploads/support-files/MANUAL%20TANQUE%20VERTICAL.pdf>
- Salazar, JULIO. 2009. Estudio De Impacto Ambiental Mina "Altamira". CORPONOR; San José del Pedregal. Julio 2009, p 12.
- Sistema de Información ambiental de Colombia. (2002). Portal de datos abiertos del sector ambiente. Geoportal. <https://siac-datosabiertos-mads.hub.arcgis.com/>
- SVS Ingenieros S.A. (2014). Plan de Gestión Ambiental de la Unidad de Producción Alpaca y Arequipa – Perú. Lima – Perú
- Villamil, J (2014). Estudio de Impacto ambiental para la explotación de carbón dentro del área del contrato de concesión GC7-111 en el municipio la Jagua de Ibirico en el departamento de Cesar. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de ingeniería. Escuela de ingeniería de Minas. Sogamoso.2014
- UPME, 2002. Guía Ambiental Minería Subterránea del carbón. Tomado de. [http://www.upme.gov.co/guia\\_ambiental/carbon/gestion/guias/min\\_sub/contenid/analisis.htm](http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/guias/min_sub/contenid/analisis.htm)
- UPME & Universidad de Córdoba. Incidencia real de la minería del carbón, del oro y del uso de mercurio en la calidad ambiental con énfasis especial en el recurso hídrico – Diseño de herramientas para la planeación sectorial. Bogotá D.C, pág. 27
- Utadeo., (2017). Evaluación de impacto ambiental para el área de explotación minera Bloque JG7-16511 para material de arrastre – Boyacá. (Capítulo 6)Tomado de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/4255/6.%20ZONIFICACION%20AMBIENTAL.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

Urruzuno A., 2017. Diseño de un tratamiento de aguas residuales para la depuración de efluentes procedentes de un lavadero de carbón. Universidad de Oviedo. España. Tomado de <http://hdl.handle.net/10651/43806>.

## Anexos

## Anexo 1. Evaluación de impacto sin proyecto

			IMPORTANCIA										MAGNITUD	VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	
			ATRIBUTOS											CUANTITATIVA	CUALITATIVA
Sector	Actividades	Impacto	N	IN	M	D	P	A	SI	E	RV	RC	EX	I	I
			Naturaleza	Intensidad	Momento	Duración	Periodicidad	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Recuperabilidad	Cantidad o extensión	Importancia	Impacto
			+/-	1-12	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-8	1-4	13-100	
GANADERÍA	AMPLIACIÓN DE LA FRONTERA PECUARIA	Alteración de la calidad del aire (por emisión de material particulado)	-1	1	3	2	2	1	1	1	1	1	2	-20	IRRELEVANTE
		Alteración en la calidad del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	4	3	4	4	-59	SEVERO
		Alteración de los servicios base del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	4	3	4	4	-59	SEVERO
		Cambio de uso del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	4	3	4	4	-59	SEVERO
		Inestabilidad del terreno/ alteración de las formas del terreno	-1	4	3	3	4	4	2	4	3	4	4	-46	MODERADO
		Alteración en la disponibilidad de agua superficial	-1	2	3	2	1	4	2	1	2	3	2	-29	MODERADO
		Alteración de la calidad del agua superficial	-1	2	3	2	1	4	2	1	2	3	2	-29	MODERADO
		Afectación de la estructura del paisaje	-1	4	3	4	4	4	2	1	3	4	4	-44	MODERADO

		Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	-1	4	3	3	4	4	2	1	3	4	4	-43	MODERADO
		Perdida de individuos de fauna	-1	4	3	3	4	4	2	1	3	4	4	-43	MODERADO
		Modificación de la cobertura vegetal	-1	4	3	4	4	4	2	1	3	4	4	-44	MODERADO
		Generación de empleo	1	2	3	2	2	1	1	4	2	2	1	27	FAVORABLE
		Generación de expectativas	1	2	2	2	2	1	1	4	2	2	1	25	FAVORABLE
		Conflictos sociales	-1	2	2	2	2	1	2	4	2	2	1	-26	MODERADO
	CONTROL QUÍMICO Y FERTILIZACIÓN	Alteración de la calidad del aire (por emisión de gases)	-1	2	3	2	2	1	1	1	1	2	2	-24	IRRELEVANTE
		Alteración en la calidad del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	4	3	3	4	-58	SEVERO
		Alteración de los servicios base del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	4	3	3	4	-58	SEVERO
		Alteración en la disponibilidad de agua superficial	-1	2	3	3	1	4	2	4	2	3	2	-33	MODERADO
		Alteración de los servicios de regulación de agua superficial	-1	2	3	3	1	4	2	4	2	3	2	-33	MODERADO
		Alteración de la calidad del agua superficial	-1	2	3	3	1	4	2	4	2	3	2	-33	MODERADO
		Generación de empleo	1	2	2	2	2	4	2	1	2	2	1	26	FAVORABLE
		Generación de expectativas	1	2	2	2	2	4	2	1	2	2	1	26	FAVORABLE
	COMERCIALIZACIÓN	Generación de empleo	1	2	2	2	2	4	2	1	1	2	1	25	BENEFICIOSO
Generación de expectativas		1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	21	BENEFICIOSO	
Conflictos sociales		-1	1	2	2	1	1	1	4	1	2	1	-20	IRRELEVANTE	



AGRICULTURA	AMPLIACIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA	Alteración de la calidad del aire (por emisión de material particulado)	-1	2	3	2	2	4	1	1	1	2	2	-27	MODERADO	
		Alteración en la calidad del suelo	-1	8	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	-60	SEVERO
		Alteración de los servicios base del suelo	-1	8	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	-60	SEVERO
		Cambio de uso del suelo	-1	8	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	-60	SEVERO
		Inestabilidad del terreno/ alteración de las formas del terreno	-1	4	3	3	4	4	4	2	4	3	3	4	-45	MODERADO
		Alteración en la disponibilidad de agua superficial	-1	2	3	3	1	4	2	1	2	2	3	2	-30	MODERADO
		Alteración de los servicios de regulación de agua superficial	-1	2	3	3	1	4	4	1	2	2	3	2	-32	MODERADO
		Alteración de la calidad del agua superficial	-1	4	3	3	1	4	4	1	2	2	3	2	-38	MODERADO
		Afectación de la estructura del paisaje	-1	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	2	-46	MODERADO
		Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	-1	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	2	-46	MODERADO
		Perdida de individuos de fauna	-1	4	3	4	4	4	4	2	4	3	3	4	-46	MODERADO
		Modificación de la cobertura vegetal	-1	4	3	4	2	4	2	4	2	4	3	4	-44	MODERADO
		Generación de empleo	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	23	BENEFICIOSO
		Generación de expectativas	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	23	BENEFICIOSO
Conflictos sociales	-1	2	3	2	1	1	1	1	1	2	2	2	-24	IRRELEVANTE		

<b>CONTROL QUÍMICO Y FERTILIZACIÓN</b>	Alteración de la calidad del aire (por emisión de gases)	-1	2	2	2	2	4	2	1	2	2	2	-27	MODERADO
	Alteración en la calidad del suelo	-1	8	2	4	4	4	2	4	3	3	2	-54	SEVERO
	Alteración de los servicios base del suelo	-1	8	2	4	4	4	2	4	3	3	2	-54	SEVERO
	Alteración en la disponibilidad de agua superficial	-1	2	2	3	3	4	2	4	2	3	4	-35	MODERADO
	Alteración de los servicios de regulación de agua superficial	-1	2	3	3	3	4	2	4	2	3	4	-37	MODERADO
	Disminución de los servicios base del agua superficial	-1	2	3	3	3	4	2	4	2	3	4	-37	MODERADO
	Alteración de la calidad del agua superficial	-1	2	3	3	3	4	2	4	3	3	4	-38	MODERADO
	Perdida de individuos de fauna	-1	2	3	4	4	4	2	4	3	3	4	-40	MODERADO
	Generación de empleo	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	23	BENEFICIOSO
	Generación de expectativas	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	23	BENEFICIOSO
<b>LABOREO DEL SUELO</b>	Alteración en la calidad del suelo	-1	8	3	2	4	4	2	4	3	3	4	-56	SEVERO
	Alteración de los servicios base del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	4	3	3	4	-58	SEVERO
	Cambio de uso del suelo	-1	4	3	4	4	4	2	4	3	3	4	-46	MODERADO
	Alteración en la disponibilidad de agua superficial	-1	2	3	4	1	4	2	4	2	3	4	-36	MODERADO
	Alteración de los servicios de regulación de agua superficial	-1	2	3	4	1	4	2	4	2	3	4	-36	MODERADO
	Disminución de los servicios base del agua superficial	-1	2	3	3	1	4	2	4	3	3	4	-36	MODERADO

		Alteración de la calidad del agua superficial	-1	2	3	3	1	4	2	4	2	3	4	-35	MODERADO
		Afectación de la estructura del paisaje	-1	4	3	4	4	4	2	4	3	3	4	-46	MODERADO
		Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	-1	4	3	4	4	4	2	4	3	3	4	-46	MODERADO
		Perdida de individuos de fauna	-1	4	3	4	4	4	2	4	3	3	4	-46	MODERADO
		Modificación de la cobertura vegetal	-1	4	3	4	4	4	2	4	3	3	2	-44	MODERADO
		Generación de empleo	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	23	BENEFICIOSO
		Generación de expectativas	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	23	BENEFICIOSO
	ACTIVIDADES ANTRÓPICAS	Alteración de la calidad del aire (por emisión de material particulado)	-1	4	3	2	2	4	2	1	2	3	2	-36	MODERADO
		Alteración en la calidad del suelo	-1	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	-48	MODERADO
		Alteración de los servicios base del suelo	-1	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	-48	MODERADO
		Cambio de uso del suelo	-1	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	-48	MODERADO
		Alteración en la disponibilidad de agua superficial	-1	4	3	3	1	4	4	4	2	3	4	-43	MODERADO
		Alteración de los servicios de regulación de agua superficial	-1	4	3	3	1	4	4	4	2	3	4	-43	MODERADO
		Disminución de los servicios base del agua superficial	-1	4	3	3	1	4	4	4	3	3	2	-42	MODERADO
		Alteración de la calidad del agua superficial	-1	4	3	3	1	4	4	4	2	3	2	-41	MODERADO
		Afectación de la estructura del paisaje	-1	4	3	4	4	4	2	4	3	3	2	-44	MODERADO

		Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	-1	4	3	4	4	4	2	4	3	3	2	-44	MODERADO
		Perdida de individuos de fauna	-1	4	3	4	4	4	2	4	3	3	2	-44	MODERADO
		Modificación de la cobertura vegetal	-1	4	3	4	4	4	2	4	3	3	2	-44	MODERADO
		Generación de empleo	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	22	BENEFICIOSO
		Generación de expectativas	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	22	BENEFICIOSO
		Conflictos sociales	-1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	-22	IRRELEVANTE

Fuente. Autor, 2022

**Anexo 2. Evaluación de impacto con proyecto**

Etapa	Actividades	Impacto	IMPORTANCIA										MAGNITUD	VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	
			ATRIBUTOS											EX	Cuantitativa
			N	IN	M	D	P	A	SI	E	RV	RC			
			Naturaleza	Intensidad	Momento	Duración	Perioidad	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Recuperabilidad	Cantidad o extensión		
+/-	1-12	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-8	13-100			
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	CONTRATACIÓN Y MANO DE OBRA, BIENES Y SERVICIOS	Dinamización de la economía local	1	4	3	2	1	1	1	4	2	2	4	32	FAVORABLE
		Generación de empleo	1	4	3	2	1	1	1	4	2	2	4	32	FAVORABLE
		Generación de Expectativas	1	8	3	2	1	1	1	4	2	2	4	44	FAVORABLE
	CONSTRUCCION Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado	-1	2	4	2	1	1	1	4	2	3	2	-26	MODERADO
		Alteración de los niveles sonoros	-1	4	2	2	4	1	1	4	2	3	2	-33	MODERADO
		Cambio de uso del suelo	-1	4	3	4	4	4	1	4	3	4	1	-40	MODERADO

	Generación de residuos sólidos	-1	4	3	4	4	1	1	4	2	1	1	-33	MODERADO
	Alteración de los servicios base del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	1	3	4	2	-51	SEVERO
	Alteración de la calidad del suelo	-1	8	2	4	4	4	2	1	3	4	2	-50	MODERADO
	Inestabilidad del terreno/alteración de las formas del terreno	-1	8	3	4	4	4	2	4	3	4	2	-54	SEVERO
	Alteración de la disponibilidad de agua superficial	-1	4	3	3	1	4	2	1	3	4	1	-34	MODERADO
	Alteración de la calidad del agua superficial	-1	4	3	3	1	4	2	1	3	4	2	-35	MODERADO
	Disminución de los servicios base del agua superficial	-1	4	3	3	4	4	2	1	3	4	2	-38	MODERADO
	Alteración de la estructura del paisaje	-1	4	3	3	4	1	1	4	3	3	2	-36	MODERADO
	Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	-1	4	3	3	4	1	1	1	3	3	2	-33	MODERADO
	Modificación de la cobertura vegetal	-1	2	3	3	4	1	1	1	3	3	4	-29	MODERADO
	Generación de empleo	1	2	2	2	2	1	1	4	2	2	4	26	FAVORABLE
	Generación de Expectativas	1	2	2	2	2	1	1	4	2	2	4	26	FAVORABLE

ADECUACION DE VIAS DE ACCESO AL PROYECTO	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases	-1	4	3	2	1	1	1	4	3	2	4	-33	MODERADO
	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado	-1	4	3	2	1	1	1	4	3	2	2	-31	MODERADO
	Alteración de los niveles sonoros	-1	2	3	2	1	1	1	4	2	1	2	-23	IRRELEVANTE
	Cambio de uso del suelo	-1	2	3	4	4	4	2	4	3	4	2	-36	MODERADO
	Generación de residuos sólidos	-1	2	3	4	4	1	1	4	1	2	1	-27	MODERADO
	Alteración de los servicios base del suelo	-1	4	3	4	4	4	2	1	3	4	2	-39	MODERADO
	Alteración de la calidad del suelo	-1	4	3	4	4	4	2	1	3	4	2	-39	MODERADO
	Inestabilidad del terreno/alteración de las formas del terreno	-1	2	3	3	4	4	2	1	3	2	2	-30	MODERADO
	Disminución de los servicios base del agua superficial	-1	2	3	3	4	4	2	1	3	4	2	-32	MODERADO
	Alteración de la estructura del paisaje	-1	4	3	3	4	4	1	1	3	4	2	-37	MODERADO
	Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	-1	4	3	3	4	4	1	1	3	4	2	-37	MODERADO
	Modificación de la cobertura vegetal	-1	4	3	3	4	1	1	4	3	3	2	-36	MODERADO
	Generación de empleo	1	2	3	2	2	1	1	4	2	2	4	27	FAVORABLE
	Generación de Expectativas	1	2	3	2	2	1	1	4	2	2	4	27	FAVORABLE

AMPLIACIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA Y GANADERA	Cambio de uso del suelo	-1	8	3	4	1	4	2	4	3	4	4	-53	SEVERO
	Generación de residuos sólidos	-1	4	3	4	1	1	1	4	1	1	1	-29	MODERADO
	Alteración de los servicios base del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	4	3	4	4	-56	SEVERO
	Alteración de la calidad del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	4	3	4	2	-54	SEVERO
	Inestabilidad del terreno/alteración de las formas del terreno	-1	4	3	3	4	4	2	4	3	4	2	-41	MODERADO
	Alteración de la disponibilidad de agua superficial	-1	2	3	3	1	4	2	1	3	4	2	-29	MODERADO
	Alteración de la calidad del agua superficial	-1	2	3	3	1	4	2	1	3	4	2	-29	MODERADO
	Disminución de los servicios base del agua superficial	-1	2	3	3	4	4	2	1	3	4	4	-34	MODERADO
	Alteración de la estructura del paisaje	-1	4	3	3	4	1	1	1	3	3	2	-33	MODERADO
	Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	-1	4	3	3	4	4	1	1	3	3	4	-38	MODERADO
	Modificación de la cobertura vegetal	-1	8	3	3	4	1	1	1	3	3	2	-45	MODERADO
	Generación de empleo	1	2	3	2	2	1	1	1	2	2	4	24	BENEFICIOSO
Generación de Expectativas	1	2	3	2	2	1	1	1	2	2	4	24	BENEFICIOSO	



EXPLOTACIÓN	CONTRATACIÓN MANO DE OBRA, BIENES Y SERVICIOS	Dinamización de la economía local	1	8	3	2	2	1	1	4	2	2	4	45	FAVORABLE
		Generación de empleo	1	8	3	2	2	1	1	4	2	2	4	45	FAVORABLE
		Generación de Expectativas	1	8	3	2	2	1	1	4	2	2	4	45	FAVORABLE
	OPERACIÓN DE CASINO Y OFICINAS	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases	-1	4	3	2	1	1	1	4	2	2	2	-30	MODERADO
		Generación de residuos solidos	-1	4	3	2	4	1	1	4	1	2	2	-32	MODERADO
		Alteración de los servicios base del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	1	3	4	4	-53	SEVERO
		Alteración de la calidad del suelo	-1	4	3	4	4	4	2	1	3	4	2	-39	MODERADO
		Alteración de la disponibilidad de agua superficial	-1	4	3	3	1	4	2	4	3	4	2	-38	MODERADO
		Alteración de la calidad del agua superficial	-1	2	3	3	1	4	2	4	3	4	2	-32	MODERADO
		Disminución de los servicios base del agua superficial	-1	4	3	3	4	4	2	1	3	4	4	-40	MODERADO
		Alteración de la estructura del paisaje	-1	2	3	4	4	1	1	1	3	3	4	-30	MODERADO
		Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	-1	2	3	4	4	4	1	4	3	3	4	-36	MODERADO
		Modificación de la cobertura vegetal	-1	2	3	4	4	1	1	4	3	3	4	-33	MODERADO
Dinamización de la economía local	1	4	3	3	4	1	1	4	2	2	2	34	FAVORABLE		

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	Generación de empleo	1	4	3	2	2	1	1	4	2	2	4	33	FAVORABLE
	Generación de Expectativas	1	4	3	2	2	1	1	4	2	2	4	33	FAVORABLE
	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases	-1	4	3	2	1	1	1	4	1	2	2	-29	MODERADO
	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado	-1	4	3	2	1	1	1	4	1	2	2	-29	MODERADO
	Alteración de los niveles sonoros	-1	4	3	2	4	1	1	1	1	2	2	-29	MODERADO
	Cambio de uso del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	1	3	4	4	-53	SEVERO
	Generación de residuos sólidos	-1	8	3	4	4	4	1	1	1	1	1	-44	MODERADO
	Alteración de los servicios base del suelo	-1	4	3	4	4	4	2	1	3	4	4	-41	MODERADO
	Alteración de la calidad del suelo	-1	4	3	4	4	4	2	1	3	4	4	-41	MODERADO
	Inestabilidad del terreno/alteración de las formas del terreno	-1	4	3	3	4	4	2	1	3	4	4	-40	MODERADO
	Alteración de la calidad del agua superficial	-1	2	3	3	1	4	2	1	3	4	4	-31	MODERADO
	Alteración de la estructura del paisaje	-1	4	3	3	1	4	2	1	3	4	2	-35	MODERADO
	Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	-1	4	3	2	4	1	2	1	3	3	2	-33	MODERADO
Dinamización de la economía local	1	2	3	2	2	1	1	4	2	2	4	27	FAVORABLE	

EXTRACCIÓN DE MINERAL Y TRANSPORTE	Generación de empleo	1	2	3	2	2	1	1	4	2	2	4	27	FAVORABLE
	Generación de Expectativas	1	2	3	2	2	1	1	4	2	2	4	27	FAVORABLE
	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases	-1	8	3	2	1	1	1	4	1	3	2	-42	MODERADO
	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado	-1	8	3	2	1	1	1	4	1	3	2	-42	MODERADO
	Alteración de los niveles sonoros	-1	8	3	2	1	4	1	4	1	1	2	-43	MODERADO
	Cambio de uso del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	4	3	3	2	-53	SEVERO
	Generación de residuos sólidos	-1	4	3	2	4	4	1	4	1	1	1	-33	MODERADO
	Alteración de los servicios base del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	1	3	4	4	-53	SEVERO
	Alteración de la calidad del suelo	-1	4	3	4	4	4	2	4	3	4	2	-42	MODERADO
	Inestabilidad del terreno/alteración de las formas del terreno	-1	8	3	4	4	1	2	4	3	3	2	-50	MODERADO
	Alteración de la disponibilidad de agua superficial	-1	4	3	3	4	4	2	4	3	4	2	-41	MODERADO
	Alteración de la calidad del agua superficial	-1	4	3	3	4	4	2	1	3	4	4	-40	MODERADO
	Disminución de los servicios base del agua superficial	-1	4	3	3	1	4	2	1	3	4	4	-37	MODERADO
Alteración de la estructura del paisaje	-1	8	3	3	4	1	1	4	3	3	4	-50	MODERADO	

ADECUACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ZONAS DE DEPÓSITO DE ESTERIL	Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	-1	8	3	4	4	4	1	4	3	1	2	-50	MODERADO
	Modificación de la cobertura vegetal	-1	8	3	4	4	1	1	1	1	3	2	-44	MODERADO
	Dinamización de la economía local	1	8	3	2	2	1	1	4	2	2	2	43	FAVORABLE
	Generación de empleo	1	4	3	2	2	1	1	4	2	2	2	31	FAVORABLE
	Generación de Expectativas	1	4	3	2	2	1	1	4	2	2	2	31	FAVORABLE
	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado	-1	4	3	2	1	1	1	4	1	1	2	-28	MODERADO
	Alteración de los niveles sonoros	-1	2	3	2	1	1	1	4	1	1	2	-22	IRRELEVANTE
	Cambio de uso del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	4	3	3	2	-53	SEVERO
	Generación de residuos solidos	-1	8	3	4	4	1	1	1	1	1	2	-42	MODERADO
	Alteración de los servicios base del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	1	3	3	2	-50	MODERADO
	Alteración de la calidad del suelo	-1	8	3	4	4	4	2	4	3	3	4	-55	SEVERO
	Inestabilidad del terreno/alteración de las formas del terreno	-1	4	3	3	4	4	2	1	3	3	2	-37	MODERADO
	Alteración de la calidad del agua superficial	-1	2	3	3	4	1	2	1	3	3	4	-30	MODERADO
	Alteración de la estructura del paisaje	-1	4	3	4	4	4	1	4	3	3	4	-42	MODERADO

		Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	-1	4	3	4	4	4	1	1	3	3	2	-37	MODERADO
		Modificación de la cobertura vegetal	-1	2	3	4	4	4	1	1	3	2	2	-30	MODERADO
		Generación de empleo	1	2	3	2	1	1	1	4	2	2	2	24	BENEFICIOSO
CIERRE Y ABANDONO	DESMANTELAMIENTO/DEMOLICIONES	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases	-1	4	3	2	1	1	1	4	1	2	2	-29	MODERADO
		Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado	-1	4	3	2	1	1	1	4	1	2	2	-29	MODERADO
		Alteración de los niveles sonoros	-1	4	3	3	1	1	1	4	3	2	2	-32	MODERADO
		Cambio de uso del suelo	-1	8	3	3	4	4	2	4	3	4	2	-53	SEVERO
		Generación de residuos sólidos	-1	4	3	3	4	1	2	4	3	1	2	-35	MODERADO
		Alteración de los servicios base del suelo	-1	4	3	4	4	4	2	1	3	4	2	-39	MODERADO
		Alteración de la calidad del suelo	-1	4	3	4	4	4	2	4	3	4	2	-42	MODERADO
		Inestabilidad del terreno/alteración de las formas del terreno	-1	2	3	4	4	4	2	1	3	4	2	-33	MODERADO
		Alteración de la disponibilidad de agua superficial	-1	2	3	3	4	4	2	4	3	4	4	-37	MODERADO
		Alteración de la calidad del agua superficial	-1	2	3	3	4	4	2	1	3	4	4	-34	MODERADO
		Disminución de los servicios base del agua superficial	-1	2	3	3	4	4	2	1	3	4	4	-34	MODERADO

		Alteración de la estructura del paisaje	-1	2	3	2	1	1	1	1	3	4	2	-24	MODERADO
		Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	-1	2	3	2	1	4	1	1	3	3	2	-26	MODERADO
		Modificación de la cobertura vegetal	-1	2	3	2	4	4	1	1	3	3	2	-29	MODERADO
		Generación de empleo	1	2	3	2	2	1	1	4	2	2	4	27	FAVORABLE
	SELLADO DE BOCAMINAS	Cambio de uso del suelo	1	8	3	3	4	4	2	4	3	2	4	53	FAVORABLE
		Modificación de la cobertura vegetal	1	8	3	3	4	4	1	4	3	3	3	52	FAVORABLE
		Generación de empleo	1	2	3	2	2	1	1	4	2	2	2	25	BENEFICIOSO
	RECONFORMACIÓN PAISAJISTICA	Cambio de uso del suelo	1	8	3	4	4	4	2	4	3	4	4	56	FAVORABLE
		Alteración de los servicios base del suelo	1	8	3	4	4	4	2	1	3	4	4	53	FAVORABLE
		Alteración de la calidad del suelo	1	8	3	4	4	4	2	4	3	4	2	54	FAVORABLE
		Disminución de los servicios base del agua superficial	1	8	3	3	4	4	2	1	3	4	2	50	FAVORABLE
		Alteración de la estructura del paisaje	1	8	3	4	4	4	2	4	3	4	2	54	FAVORABLE
		Disminución y pérdida de calidad de hábitats para la fauna	1	8	3	4	4	1	1	4	3	4	2	50	FAVORABLE
Modificación de la cobertura vegetal		1	8	3	3	4	1	1	4	3	4	2	49	FAVORABLE	

		Dinamización de la economía local	1	8	3	2	2	1	1	4	2	2	2	43	FAVORABLE
		Generación de empleo	1	2	3	2	2	1	1	4	2	2	2	25	BENEFICIOSO
		Generación de Expectativas	1	2	3	2	2	1	1	4	2	2	2	25	BENEFICIOSO
	DESVINCULACIÓN DE PERSONAL	Dinamización de la economía local	-1	2	3	2	4	1	1	4	3	2	4	-30	MODERADO
		Generación de empleo	-1	2	3	4	4	4	2	4	3	4	4	-38	MODERADO
		Generación de Expectativas	-1	4	3	2	4	4	2	4	2	2	4	-39	MODERADO

Fuente. Autor, 2022