

Evaluación de impacto ambiental y actualización del plan de manejo ambiental para la explotación y beneficio de caliza a cielo abierto del contrato de concesión 0908-15 mina El Pajal en la vereda la Carrera del municipio de Tibasosa - Boyacá

Leidy Katherine Malagón Conde

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente
Programa de Ingeniería ambiental
Tunja, Colombia
2020

Evaluación de impacto ambiental y actualización del plan de manejo ambiental para la explotación y beneficio de caliza a cielo abierto del contrato de concesión 0908-15 mina El Pajal en la vereda la Carrera del municipio de Tibasosa – Boyacá

Leidy Katherine Malagón Conde

Director

Ramiro Andrés Colmenares Cruz. Ing Amb., Esp. M.Sc (c)

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa de Ingeniería Ambiental

Tunja, Colombia

2020

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Director del Proyecto de Grado

Tunja, diciembre de 2020

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mi madre Silvia, a Ricardo mi papá que en paz descanse, a mis hermanos Richard y Jonathan por su apoyo y confianza a largo de este proceso; a mis dos angelitos Matías e Isabella, que han iluminado mi camino en los últimos años.

A mí por la lucha incansable, a las ganas de aprender y lograr más.

Agradecimiento

Agradezco a Dios primero por haberme brindado la vida, sabiduría y fortaleza.

A mi familia adoptiva Bibiana, Julio e Isabella, por su apoyo incondicional y porque creyeron en mí y en mis capacidades.

A mi madre, por sus palabras de aliento que hizo que esto fuera realidad.

A Mateo, por su compañía, por su apoyo y ánimo de superación constante, por su comprensión y amor en los momentos que no pude dedicarle tiempo, así como en los días difíciles que hoy son el resultado del éxito.

Al ingeniero Andrés Colmenares, por su dedicación, dirección y conocimiento compartido. Siempre me guío con paciencia y mucho profesionalismo. Me ayudo a enfrentar este reto y a explotar capacidades que tal vez ni yo presentía que tenía.

A mi institución UNAD en general, por su formación académica en este proceso de pregrado, por brindar opción y alternativas de estudio.

Y a todas las demás personas que fueron partícipes de este largo y exitoso proceso de formación académica.

Tabla de Contenido

Resumen.....	12
Introducción	14
Justificación	16
Objetivo.....	18
Objetivo General	18
Objetivos Específicos	18
Planteamiento del Problema.....	19
Formulación del Problema	21
Marco Conceptual	22
Marco Teórico	28
Marco Referencial	35
Metodología	36
Descripción de la Mina El Pajal.....	39
Información General.....	39
Marco Geográfico.....	41
Localización	42
Demarcación de Áreas para el Proyecto de Explotación	42

Descripción y Caracterización Ambiental de la Mina El Pajal.....	44
Descripción del Proyecto	44
Actividades e Infraestructura del Proyecto	49
Identificación y Delimitación del Área de Influencia	53
Caracterización Área de Influencia del Proyecto	53
Aspectos Abióticos	53
Aspecto Socioeconómico	67
Áreas Construidas	67
Caracterización Socioeconómica.....	67
Producción Minera.....	67
Caracterización Demográfica	67
Estructura de Servicios.....	68
Evaluación Ambiental	69
Análisis de Impactos.....	69
Identificación De Impactos Ambientales	70
Metodología para la Evaluación de Impactos	74
Análisis de Resultados de los Impactos	78
Evaluación Económica Ambiental	80
Valoración de Impactos	80
Costes de Reposición	80

Análisis de Costo Beneficio	82
Análisis de Valoración Económica	83
Plan de Manejo Ambiental.....	84
Conclusiones y Recomendaciones	89
Referencias Bibliográficas	90
Anexos	96

Listado de Tablas

Tabla 1 Principales Minerales Yacimientos y sus Características	25
Tabla 2 Categorías de los Yacimientos Según los Minerales	26
Tabla 3 Métodos de Explotación a Cielo Abierto Destacados.....	28
Tabla 4 Coordenadas Contrato de Concesión 908-15	49
Tabla 5 Actividades del Proceso Productivo Mina El Pajal; Error! Marcador no definido.	
Tabla 6 Consolidados Niveles de Concentración Anual	65
Tabla 7 Consolidados Niveles de Concentración Diaria	66
Tabla 8 Lista de Chequeo de Identificación de los Impactos Ambientales	66
Tabla 9 Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales Leopold.....	75
Tabla 10 Rangos de los Valores de la Magnitud e Importancia para la EIA de Valoración	77
Tabla 11 Costos adecuaciones Frente y Labores de Explotación de Caliza	82
Tabla 12 Resumen de Programas del Plan de Manejo Ambiental	87

Listado de Figuras

Figura 1	Fases Metodológicas de la Investigación.....	37
Figura 2	Ubicación del Área de Interés	41
Figura 3	Vía de Acceso Principal a la Mina El Pajal	42
Figura 4	Ubicación Polígono Minero	44
Figura 5	Mapa de Proceso Mina El Pajal	49
Figura 6	Banco (A) Caliza Título Minero 0908-15.....	55
Figura 7	Banco (B) Caliza Título Minero 0908-15.....	55
Figura 8	Banco (C) Caliza Título Minero 0908-15.....	56
Figura 9	Banco (D) Caliza Título Minero 0908-15.....	57
Figura 10	Banco (E) Caliza Título Minero 0908-15	57
Figura 11	Banco (F) Caliza Título Minero 0908-15	58
Figura 12	Banco (G) Caliza Título Minero 0908-15.....	59
Figura 13	Banco (H) Caliza Título Minero 0908-15.....	59
Figura 14	Banco (I) Caliza Título Minero 0908-15	60
Figura 15	Geoforma Escarpes Título Minero 0908-15	62
Figura 16	Reservorio Artificial Título Minero 0908-15.....	65
Figura 17	Relieve Escarpado Título Minero 0908-15.....	67

Listado de Anexo

Anexo 1 Fichas de Plan de Manejo Ambiental.....	96
Ficha No 1 Programa Vinculación Mano de Obra	96
Ficha No 2 Manejo de Agua Lluvias y de Escorrentía	98
Ficha No 3 Manejo de Material Particulado y Gases	100
Ficha No 4 Manejo de Estéril y Escombros	102
Ficha No 5 Manejo del Suelo	104
Ficha No 6 Salud Ocupacional y Seguridad Industrial	106
Ficha No 7 Manejo de Fauna y Flora.....	108
Ficha No 8 Manejo Paisajístico	110
Ficha No 9 Programa de Cierre, Rehabilitación y Recuperación.....	112
Anexo 2 Recursos disponibles y Presupuesto.....	115

Resumen

La vereda Carrera del municipio de Tibasosa cuenta con canteras de explotación de caliza para el sector de la construcción, las cuales se han convertido en un medio de generación de empleo para los habitantes de la localidad de influencia y de la región. La evaluación de Impacto ambiental es una herramienta para la respectiva actualización del Plan de manejo ambiental y, ayuda a determinar los efectos negativos tanto positivos generados al medio ambiente a causa de la incidencia del proyecto minero de explotación y beneficio de caliza de la mina El Pajal. El presente proyecto a través de su objetivo general, expone los Impactos ambientales más significativos como: contaminación del agua por escorrentía, contaminación y erosión del suelo y afectación a la flora generados por la explotación y beneficio de caliza a cielo abierto, seguidamente la elaboración y actualización del Plan de manejo ambiental del contrato de concesión 0908-15, otorgado por la Agencia Nacional de Minería para la explotación de caliza en la vereda la Carrera del municipio de Tibasosa en Boyacá, utilizando la metodología de matriz Leopold que permitió aportar a la evaluación de los Impactos ambientales causados en la explotación a cielo abierto de material de caliza y formular la actualización del Plan de Manejo Ambiental, con el fin de lograr parámetros técnicos, económicos, sociales y ambientales que conlleven a un buen desarrollo del proyecto; con lineamientos y recomendaciones básicas para las personas encargadas del manejo ambiental y relacionados principalmente en la etapa de explotación y beneficio (perforación, voladura, maquinaria y transporte) de la actividad Minera.

Palabras Claves: Explotación y beneficio minero; Impacto ambiental; Minería; Plan de manejo ambiental; Yacimientos de caliza.

Abstract

The path Carrera in Tibasosa town has limestone quarries for the construction sector, which has become a means of generating employment for the inhabitants of the locality of influence and the region. The Environmental impact assessment is a tool for the respective updating of the Environmental management plan and helps to determine the negative effects generated on the environment due to the incidence of the mining project for the exploitation and benefit of limestone from the El Pajal mine. The present project, through its general objective, exposes the most significant Environmental impacts such as: water pollution by runoff, contamination and soil erosion and affectation of the flora generated by the exploitation and benefit of limestone in the open, followed by the elaboration and update of the Environmental management plan of the concession contract 0908-15 El Pajal mine, granted by the National Mining Agency for the exploitation of limestone in the la Carrera village of the municipality of Tibasosa in Boyacá, using the Leopold matrix methodology that allowed to contribute to the evaluation of the Environmental impacts caused in the open pit exploitation of limestone material and to formulate the update of the Environmental management plan, in order to achieve technical, economic, social and environmental parameters that lead to a good development of the project; with basic guidelines and recommendations for people in charge of environmental management and related mainly in the exploitation and benefit stage (drilling, blasting, machinery and transportation) of the Mining activity.

Keywords: Mining exploitation and benefit; Environmental impact; Mining; Environmental management plan; Limestone deposits.

Introducción

Para el presente proyecto de estudio se seleccionó una mina de caliza llamada El Pajal ubicada en la vereda la Carrera municipio Tibasosa-Boyacá. Esta actividad productiva de explotación y beneficio del mineral se realiza a cielo abierto en las fases de perforación, apertura de vías de acceso, adecuación de patios de acopio, descapote, voladuras, disposición de estéril, trituración, tamizaje, cocción, almacenamiento, transporte y comercialización; las cuales generan altos impactos sobre el suelo, aire, agua, biodiversidad y la salud humana.

La caliza es un mineral de origen sedimentario compuesta en su mayor parte por carbonato de calcio y magnesio de calcio, se obtiene mediante la explotación de yacimientos y se utiliza principalmente en la fabricación de cemento; es un elemento esencial en la industria de la construcción. Los minerales constituyen el elemento base de la mayoría de las industrias, lo que atribuye la explotación minera en la mayoría de las regiones en Colombia. Esta actividad tiene importante percusión económica, ambiental, laboral y Social (Ciro, Quiceno & Puerta, 2018).

Las explotaciones de caliza por lo general consisten en canteras no muy profundas comparadas con las excavaciones para otros minerales. Sin embargo, estas explotaciones se expanden gradualmente con el tiempo. En estas se abren vías en los taludes de las montañas, mediante la construcción de terrazas ascendentes o descendientes, de forma que se tenga acceso para la maquinaria y personal (Pérez, 2018).

El desarrollo del proyecto minero del contrato de concesión 0908-15 comprende dos etapas. La etapa de explotación y beneficio, donde se extrae el mineral y se realiza provecho de este y, la etapa de abandono y restauración de la mina. Los impactos ambientales generados en

este proyecto minero deben ser evaluados en todo su espectro para la correcta formulación del Plan de Manejo Ambiental y recuperación de los componentes afectados por la explotación y beneficio del mineral. Los impactos causados se deben prevenir, controlar, corregir, compensar y/o mitigar tanto en la etapa de explotación como al finalizar la actividad minera.

Dentro de los impactos ambientales derivados del desarrollo de explotación de la cantera El Pajal puede citarse los siguientes: grandes cambios a los ecosistemas y amenaza el equilibrio de todo el entorno. Según Arias, *et al.* (2018) esta actividad trae consigo alteraciones del suelo y modificación de sus propiedades, afectación a la flora y fauna, alteraciones en las aguas superficiales y subterráneas (aunque en el caso de la mina El Pajal la zona no cuenta con fuentes hídricas aledañas), riesgos geológicos, cambios geomorfológicos y del paisaje, cambios en la calidad del aire, producción de grandes volúmenes de residuos altamente contaminantes; impactos sobre el medio socioeconómico: limitación en los usos del suelo, impactos sobre las vías de comunicación.

Justificación

De acuerdo con López (1994), “la ejecución de un proyecto de explotación minera incluye un conjunto de acciones que alteran o impactan el medio ambiente, las que deben estudiarse de forma específica para cada tipo de mineral y método de explotación” (p.426). La búsqueda de materias primas para diversos usos en la industria ha sido la justificación general de las exploraciones sobre los depósitos calcáreos (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

El desarrollo de la actividad de explotación y beneficio del mineral que se realiza en la cantera El Pajal y consta de distintas acciones que generan impactos ambientales significativos y que deben ser evaluados, entre ellos se tiene: la instalación y funcionamiento de hornos de cal y, de equipos para la actividad minera. Por consiguiente, este documento se rige en los lineamientos ambientales vigentes dirigidos a utilizar métodos de explotación y beneficio del mineral que provoque el menor impacto ambiental posible en el entorno donde se localiza la cantera.

Este proyecto aplicado buscó mediante la evaluación ambiental determinar todos aquellos factores que puedan afectar el medio ambiente a causas de explotación del mineral caliza, si bien es cierto que el proyecto minero 908-15 El Pajal realiza su explotación a cielo abierto causando efectos en los factores agua, suelo, aire, fauna, flora, paisaje, humanos, social y económicos; mediante la actualización del plan de manejo ambiental se buscó que dichas alteraciones identificadas y posteriormente evaluadas sean prevenidas, controladas, corregidas, compensadas y/o mitigadas fijando parámetros técnicos, económicos, sociales y ambientales que conlleven a un buen desarrollo sostenible del proyecto.

Este estudio se elaboró con base en los términos de referencia y guía general para el sector minero, expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Sustentados en la Resolución 2206 del 27 de diciembre de 20016. Los términos de referencia son los

lineamientos generales que la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales señala para la elaboración y ejecución de los estudios ambientales que deben ser presentados ante la autoridad ambiental competente, en este caso Corpoboyacá.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el impacto ambiental y el plan de manejo ambiental del contrato de concesión 0908-15 mina El Pajal en la vereda la Carrera del municipio de Tibasosa en el departamento de Boyacá.

Objetivos Específicos

Identificar los impactos ambientales por componente biótico, abiótico y socioculturales presentes en la explotación y beneficio de caliza de la mina El Pajal.

Evaluar los impactos ambientales de tipo biótico, abiótico y socioeconómico a través de la matriz Leopold en las actividades de explotación y beneficio de caliza en la mina El Pajal.

Actualizar el Plan de manejo ambiental con relación a las estrategias de mitigación y control, dentro de los programas de manejo ambiental de acuerdo con los impactos significativos hallados.

Planteamiento del Problema

La evaluación de impacto ambiental, así como la actualización del plan de manejo ambiental de la mina El Pajal, se hizo con el fin de acoger la normatividad ambiental legal vigente para tratar los impactos asociados al proyecto y al mismo tiempo formalizar los nuevos procesos productivos que se realizan en la mina; ya que, dentro del PMA inicial no se tiene contemplado la práctica del beneficio del mineral y otras condiciones actuales del proceso de explotación.

La mina El Pajal ubicado en la vereda La Carrera en jurisdicción del municipio de Tibasosa y Firavitoba en el departamento de Boyacá, se encuentra dentro del contrato de concesión minera 908-15. Según información que reposa en los expedientes mineros de control y seguimiento, la demarcación de áreas del proyecto de explotación y beneficio del mineral de caliza es: su punto arcifinio esta materializado por el IGAC con la placa 211 (BYC) en el cerro Guática; con coordenadas X= 1.127.522.84, Y= 1.118.554.22. El título minero tiene cuatro frentes activos los cuales se localizan en las siguientes coordenadas: Frente 1: Y= (Norte) 1.123.681.66 X= (ESTE)1.123.533.03, con altura sobre el nivel del mar de 2510; frente 2: Y= (Norte) 1.123.765.82 X= (ESTE) 1.123.574.32, con altura sobre el nivel del mar de 2512; frente 3: Y= (NORTE) 1.123.832.79 X=(ESTE) 1.123.639.39, con altura sobre el nivel del mar de 2522; frente 4: Y= (Norte) 1.123.905.23 X= (ESTE) 1.123.678.05, con altura sobre el nivel del mar de 2531.

A partir de la cual se explotan calizas para la producción de material con destino a una de las más grandes actividades económicas como es la construcción.

Adicional a ello, identificar una serie de impactos que no fueron contemplados en el PMA inicial del proyecto minero; al hacer un minucioso análisis se pudo determinar que de los impactos ambientales más significativos y usuales se encuentran:

El impacto sobre la atmósfera que consiste principalmente en emisión de material particulado generado en la actividad de transporte y gases provenientes de la operación de la planta de beneficio; el impacto sobre el suelo que reside en este caso en el descapote y botadero del proyecto de explotación; el impacto sobre el agua de escorrentía por parte de la voladura, disposición de estéril y perforación; el impacto sobre el paisaje que reside en todas las fases y acciones de la actividad minera

De acuerdo con Osorio (2010) el impacto en la flora y fauna radica primordialmente en la eliminación de hábitats, modificación del comportamiento de la fauna del lugar, reducción significativa de la capa vegetal y de la fauna debido al descapote inicial de la actividad extractiva;

el impacto sobre los procesos geofísicos establece un aumento de la inestabilidad de los taludes convirtiéndose en peligro cuando las lluvias aumentan, aumento de la erosión debido a la poca presencia de árboles; el impacto del paisaje establece cómo ha sido modificado el entorno visual; con relación al impacto sobre las aguas superficiales que se presentan en esta cantera es nulo, ya que en el proceso de explotación no se involucra agua.

Formulación del Problema

De acuerdo con lo anterior el problema se formula mediante la siguiente pregunta:

¿Qué impactos ambientales genera el contrato de concesión 908-15 mina El Pajal en las diferentes etapas de explotación y beneficio a cielo abierto de caliza en la vereda la Carrera del municipio de Tibasosa en el departamento de Boyacá? y a su vez.

¿Cuáles pueden ser las medidas de manejo ambiental a implementar en las diferentes etapas del proyecto para prevenir, compensar y mitigar?

Marco Conceptual

Para el desarrollo de este proyecto aplicado de evaluación de impacto ambiental y actualización del plan de manejo ambiental para explotación mineral de caliza, se tuvo en cuenta determinados conceptos necesarios para el caso de estudio. A continuación, se definen:

Aportes Mineros. Este permite a las entidades adscritas o vinculadas al Ministerio de Minas y Energía, la facultad exclusiva y temporal de explorar y explotar los yacimientos de uno o varios minerales que existan en un área determinada (UPME, 2009).

Caliza. Es una roca sedimentaria (generalmente de origen orgánico) carbonatada que contiene al menos un 50% de calcita (CaCO_3). Las calizas contienen frecuentemente fósiles, por lo que son de gran importancia en diversas aplicaciones industriales. Calizas de distintos tipos se emplean en construcción, tanto como piedra estructural, como para fachadas y recubrimientos sobre paredes de cemento, y como piedra de acabado para la ornamentación interior (MinMinas, 2004).

Cantera. Se refiere a las explotaciones de rocas industriales, ornamentales y de materiales de construcción. Constituyen el sector más importante en cuanto a número ya que desde la antigüedad del hombre las ha explotado para extracción y abastecimiento de materias primas utilizadas en construcción y obras de infraestructura (MinMinas, 2014).

Contaminación. Cualquier sustancia o forma de energía, que altera el ambiente, respecto a aquello que sucede naturalmente (Bello, 2017).

Contrato de Concesión. Son contratos celebrados por el Ministerio de Minas y Energía y confieren al concesionario el derecho exclusivo a extraer los minerales y a realizar obras y labores de montaje y desarrollo de la explotación y transporte del mineral (UPME, 2009).

Corpoboyacá. La Corporación Autónoma Regional de Boyacá, Corpoboyacá, fue creada por la Ley 99 del 22 de diciembre de 1993. La Jurisdicción de Corpoboyacá está constituida por 87

municipios de Boyacá, dispuestas en las siguientes 10 regiones. Región Centro, Región Márquez, Región Lengupá, Región Sugamuxi, Región Tundama, Región Valderrama, Región Norte, Región Occidente, Región Ricaurte, Región Gutiérrez.

Tiene por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio de Medio Ambiente (Corpoboyacá, 2015).

Desarrollo Sostenible. Tipo de desarrollo que satisface las necesidades de la presente generación, promueve el crecimiento económico, la equidad social, la modificación constructiva de los ecosistemas y el mantenimiento de la base de los recursos naturales, sin deteriorar el medio ambiente y sin afectar el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para satisfacer sus propias necesidades (Minambiente y ANLA, 2004).

Ecosistema. Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional (Minambiente, 2004).

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Es un proceso técnico-administrativo utilizado para evaluar los impactos ambientales de proyectos, obras o actividades (Reyes *et al.*,2017).

Impacto Ambiental. Es la alteración de la calidad del medio ambiente (medios abiótico, biótico y socio económico) producida por una actividad humana (Garmendia *et al.*,2005).

Matriz Ambiental. Es el resumen del estudio de la evaluación ambiental y la base para la toma de decisiones futuras. Es una tabla, donde se relaciona el grado de intensidad y magnitud de los impactos generados por las diversas actividades que se realizan en la mina sobre los componentes ambientales, existen métodos cualitativos y cuantitativos (Coria, 2008).

Licencia de Explotación. Es el título que se le otorga a una persona para explotar los depósitos o yacimientos de minerales en un área determinada (UPME, 2009).

Licencia Ambiental. Se entiende por licencia ambiental la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad que, de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables, o al medio ambiente, o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje (Rojas, 2013).

Medidas de Compensación

Son las acciones que tienen dirigidas 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 (Asprilla y Castro, 2016).

Medidas de Corrección. Son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones de la biodiversidad afectada por el proyecto, obra o actividad (Asprilla y Castro, 2016).

Medidas de Mitigación. Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente (Asprilla y Castro, 2016).

Medidas de Prevención. Son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente (Asprilla y Castro, 2016).

Medio Ambiente. Es el conjunto de recursos que pueden ser explotados con racionalidad económico social y ambiental (Bifani, 1999).

Minería. Según el documento, así es la minería del Ministerio de Minas de 2009, esta es considerada como la actividad económica mediante la cual se extraen selectivamente de la corteza terrestre, diferentes tipos de minerales que son básicos para la producción de materiales

empleados por la sociedad moderna y que son básicos en el diario vivir. La minería reúne un conjunto de actividades que relacionan el descubrimiento, exploración y explotación de yacimientos. Por consiguiente, una mina es una excavación que tiene como propósito la explotación económica de un yacimiento mineral, que puede ser a cielo abierto o subterráneo (MinMinas, 2009).

Plan de Manejo Ambiental. Los planes de manejo ambiental permiten identificar, valorar, prevenir, corregir, mitigar o compensar los impactos ambientales negativos y potenciar los positivos, derivados de la operación y el mantenimiento de los centros productivos. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad (Vargas, *et al.*, 2008).

Yacimiento Mineral. Son concentraciones naturales de uno o más minerales; surgen como consecuencia de varios procesos geológicos que han operado en un amplio rango de escenarios geológicos (Ariosa y Díaz, 2011). Los yacimientos de minerales se clasifican de acuerdo con sus características (Tabla 1).

Tabla 1

Principales Minerales Yacimientos y sus Características

Yacimiento	Características
Vetas	Yacimiento compuesto por un cuerpo mineral de forma alargada, limitado por planos irregulares de rocas denominadas “encajonantes”. Generalmente la veta es

	vertical. Cuando el cuerpo mineral aparece tendido o echado se le llama “manto”.
Diseminado	Se llama así al cuerpo mineral que aparece en forma de hilos que atraviesan la roca en todas direcciones, o bien como puntos o motas de mineral que cubren grandes extensiones.
Aluvial	Es un yacimiento formado por el transporte de gravas, limo y minerales pesados de diferentes formas y tamaños, que están depositados en las arenas o lechos de los ríos o mares. Generalmente son de oro, tungsteno y titanio.
Contacto	Es un depósito mineral formado a lo largo del encuentro entre dos rocas de distinto origen, usualmente una de ellas es caliza, ejemplo yacimiento de caliza mina El Pajal.

Fuente: Arango (2014)

Dentro de estos yacimientos minerales se pueden encontrar cinco categorías; están los minerales metálicos, minerales industriales, materiales de construcción, gemas y combustibles (Tabla 2).

Tabla 2

Categorías de los Yacimientos Según los Minerales

Tipos de Minerales	Características
---------------------------	------------------------

Metálicos	Incluyen los metales preciosos (el oro, la plata y los metales del grupo del platino), los metales siderúrgicos (Hierro, níquel, cobalto, titanio, vanadio y cromo), los metales básicos (cobre, plomo, estaño y cinc), los metales ligeros (magnesio y aluminio), los metales nucleares (uranio, radio y torio) y los metales especiales, como el litio, el germanio, el galio o el arsénico.
Industriales	Incluyen los de potasio y azufre, el cuarzo, la trona, la sal común, el amianto, el talco, el feldespato y los fosfatos.
Materiales de construcción	Incluyen la arena, la grava, los áridos, las arcillas para ladrillos, la caliza y los esquistos para la fabricación de cemento. En este grupo también se incluyen la pizarra para tejados y las piedras pulidas, como el granito, el travertino o el mármol. Ejemplo yacimiento mina El Pajal.
Gemas	Incluyen los diamantes, los rubíes, los zafiros y las esmeraldas.
Combustibles	Incluyen el carbón, el lignito y la turba. El uranio se incluye con frecuencia entre los

combustibles. De acuerdo con el Código de Minas, en Colombia no se incluyen dentro de los minerales el petróleo y el gas.

Fuente: MinMinas (2009)

Marco Teórico

Mineral de Caliza. La caliza es una roca que ha sido el eje del desarrollo minero e industrial de Colombia y se utiliza ampliamente en numerosos procesos, sobre todo en las industrias metalúrgicas, cementeras, ornamentales y agrícolas; sin embargo, su exploración y explotación se han efectuado de acuerdo con la demanda del mercado y su localización estratégica. Hoy en día, existe gran cantidad de información dispersa, por lo que se carece de datos actualizados sobre sus yacimientos, reservas, calidad, usos, demanda, exportaciones e infraestructura, entre otros aspectos, que le permitan al gobierno trazar políticas de manejo de este importante recurso mineral (SGC, 2012).

Minería a Cielo Abierto. La explotación minera es la actividad socioeconómica más nociva para el medio ambiente, pues conduce a la alteración de todos los comportamientos del ecosistema (agua, suelo vegetación y fauna). La minería a cielo abierto genera importantes impactos en el entorno que se deben ser corregidos por medio de una restauración. Los agentes atmosféricos naturales tienen un fuerte impacto (lluvia, nieve, niebla) (Herrera, 2006).

Métodos de Explotación a Cielo Abierto. A continuación, en la tabla 3 se hace una breve descripción de los principales métodos que se aplican en minería de superficie, destacando las características que deben cumplir los yacimientos y algunos aspectos operativos de interés.

Tabla 3

Métodos de Explotación a Cielo Abierto Destacados

Métodos	Descripción
Cortas	<p>En estas explotaciones se suele disponer de bancos en estéril de mayor altura que en el mineral, pues en estos últimos tal dimensión está limitada por el alcance de los equipos de limpieza y por la necesidad de evitar los derrabes y, por ende, el ensuciamiento del carbón cuando se supera la altura crítica de los frentes descubiertos.</p>
Descubiertas	<p>Se aplica en yacimientos tumbados u horizontales donde el recubrimiento de estéril es inferior, por lo general, a los 50m. Consiste en el avance unidireccional de un módulo con un solo banco desde que se efectúa el arranque del estéril y vertido de este hueco de las fases anteriores; el mineral es entonces extraído desde el fondo de la explotación, que coincide con el muro del depósito.</p>
Terrazas	<p>Este método se basa en una minería de banqueo con avance unidireccional. Se aplica a depósitos relativamente horizontales de una o varias capas o estratos de mineral y con recubrimientos potentes que obligan a</p>

Contorno

depositar el estéril en el hueco creado, trasportándolo alrededor de la explotación.

Consiste en la excavación del estéril y mineral en sentido transversal hasta alcanzar el límite económico, dejando un talud de banco único, y progresión longitudinal siguiendo el citado afloramiento. Dado el gran desarrollo de estas explotaciones y la escasa profundidad de los huecos, es posible realizar una trasfencia de los estériles para la posterior recuperación de los terrenos.

Especiales

Asociados a depósitos que por sus características se llega muy rápidamente al límite de explotación por minería a cielo abierto. Auger Mining, Punch Mining y Lonwall Strip Mining. Son métodos que consisten en minar o taladrar desde el exterior la capa de carbón, siguiendo los frentes descubiertos de éstas.

Canteras

Termino para referirse a las explotaciones de rocas industriales y ornamentales. Se trata por lo general, de pequeñas explotaciones próximas a los centros de consumo, debido al

valor relativamente escaso que poseen los minerales extraídos, que pueden operarse mediante los métodos de banco único de gran altura o bancos múltiples.

Graveras

Los materiales de aluvión, situados en las terrazas de los cauces, constituidos por arenas y cantos rodados poco cohesionados se extraen en estas explotaciones en forma de gravas. La maquinaria empleada puede ser convencional si se trabaja en condición seca o constituida por dragaminas, dragas y scraper si la extracción se realiza por debajo del nivel freático.

Disolución

Algunos yacimientos de sales, como la glauberita, la thenardita, etc. Se explotan procediendo primero a la descubierta del estéril superficial, para después fragmentar el mineral mediante voladuras y seguidamente efectuar su disolución mediante la circulación de agua, que es recuperada como una salmuera que, mediante un sistema de tuberías y bombas, se lleva hasta la planta de mineralurgia en la que se encuentran unos

cristalizadores que permiten obtener el producto final.

Lixiviación

La lixiviación consiste en la extracción química de los metales o minerales contenidos en un depósito. El proceso es fundamentalmente químico, pero puede ser también bacteriológico. Si la extracción se realiza sin extraer el mineral se habla de lixiviación in situ, pero si el material se arranca, trasporta y deposita en un lugar adecuado, el método se denomina lixiviación en pilas. Cuando el mineral se trata después de su molienda, en tanques que disponen de agitadores, a este procedimiento se le conoce como lixiviación dinámica.

Dragado

En mineralizaciones especiales, como son las metálicas de oro, casiteria, etc., contenidas en aluviones, resulta interesante la aplicación del método de dragado, inundando previamente la zona de explotación. Este método es económico cuando la propia agua de inundación se utiliza en el proceso de concentración, como ocurre en la separación

gravimétrica. Las dragas, además del sistema de extracción que utilicen, cangilones, cabeza de corte, etc., incorporan la propia planta de tratamiento sobre la plataforma, cribas ciclones, jigs, etc., capaces de tratar grandes volúmenes de material y de un sistema de evacuación de los estériles a la zona ya explotada.

Fuente: Bustillo y López (1996)

Beneficio o Procesamiento del Mineral. A pesar de que los yacimientos de minerales contienen altas concentraciones de metales, estos generan grandes cantidades de desechos. Por ejemplo, el contenido de oro en un depósito de buen grado puede contener solamente unas pocas centésimas de porcentaje. Por lo tanto, se hace necesario hacer un triturado o molienda del mineral y separar las cantidades relativamente pequeñas del metal que se encontraba en el material no metálico.

Este proceso, tiene por nombre beneficio. El principal impacto de este proceso se ubica en la molienda, puesto que permite una liberación de los contaminantes cuando estos toman la forma de relaves, que a su vez no son más que remanentes que resultan del proceso de molienda del mineral a partículas finas y después de extraer los metales valiosos (Arango, 2014).

Evaluación Ambiental. La evaluación de impacto ambiental es un instrumento de planificación, de prevención, que introduce la variable ambiental en el diseño de una actuación, para ponerse en servicio de los que finalmente deben adoptar una decisión, ofreciendo la información sobre las consecuencias ambientales y sociales que pueden esperarse. Es un proceso global que permite incorporar los criterios ambientales a la toma de decisiones en el diseño y ejecución de políticas,

planes, programas y proyectos. Incluye estudios técnicos, sistemas de participación pública, procedimientos administrativos y toma de decisiones por parte de las autoridades ambientales competentes (Arboleda., 2008).

Recursos Naturales. Los recursos naturales son bienes y servicios que se extraen directamente de la naturaleza, son esenciales para el desarrollo del ser humano y demás seres vivos; ya que nos proporcionan alimentos y contribuyen en la obtención de energía. La explotación de los recursos naturales se conoce como el aprovechamiento de los bienes que nos proporciona la naturaleza. Se trata de actividades que se realizan diariamente para el sustento y mejora nuestra sociedad. Actualmente nuestro planeta enfrenta un desequilibrio ecológico; ya que la cantidad y la frecuencia de extracción que es conocida comúnmente como sobre explotación de recursos; esto ha sido generado por una mala de gestión de la biodiversidad de recursos que poseemos actualmente porque se explotan de una manera excesiva e irresponsable (Abbas, 2018).

Metodología de Leopold. La metodología de Leopold fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental, siendo desarrollado por el Servicio Geológico del Departamento de Interior de Estados Unidos, en el año de 1971. Consiste en una matriz de doble entrada en la que se disponen en las filas, los factores ambientales que pueden ser afectados y en las columnas, las actividades que van a tener lugar en un proyecto. Considerando a estas últimas como la causa de los posibles impactos (UNAL, 2010).

En este método se fijan como número de acciones posibles 100, y 88 el número de factores ambientales, con lo que el número de interacciones posibles será de $88 \times 100 = 8.800$, aunque conviene destacar que, de éstas, son pocas las realmente importantes, pudiendo construir posteriormente una matriz reducida con las interacciones más relevantes, con lo cual resultará más cómodo operar ya que no suelen pasar de 50 (Ruberto, 2006).

Marco Referencial

Importancia de la Explotación Minería de Caliza en Boyacá

Según Avellaneda (2013), el siglo XX marco el inicio de la explotación de caliza como insumo agrícola y como materia prima para la fabricación de cemento durante los últimos sesenta años. Desde la primera mitad del siglo XX la explotación de caliza en los yacimientos ubicados en los municipios de Tibasosa y Nobsa ha sido realizada para satisfacer demandas de cal agrícola, que, como enmienda en la corrección de pH de los suelos ácidos, propicia el mejoramiento de las cosechas y entró por esta vía a ser un insumo agrícola de gran importancia en toda la región, asociándose a la cultura agrícola como un elemento propio de ésta. La cal explotada en estos municipios y beneficiada mediante el sistema de cocción subterránea de la roca caliza alimentada con carbón fue llevada hacia Santander e incluso al Piedemonte de Casanare a lomo de mula durante varias décadas.

La actividad de extracción de material de construcción ha sido de las actividades socioeconómicas que mayor genera impacto ambiental. Ayala y Cabrera (2019) afirman que en Boyacá los impactos ambientales más significativos generan esta actividad productiva son: afectación a los cuerpos de agua por aporte de sólidos y sedimentación en los cauces por explotación de calizas a cielo abierto, emisiones a la atmosfera por el procesamiento de la caliza para generar cemento, igualmente la eliminación de cobertura vegetal que genera erosión y la afectación del paisaje. Aunque en algunas canteras se realiza plantación intensa de eucaliptos para ser utilizados posteriormente como soportes en extracciones mineras.

Método de Evaluación Ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), es una herramienta que permite determinar no solo las consecuencias ambientales de cualquier emprendimiento, sino también

proponer las acciones necesarias para atender dichas secuelas (Minambiente, 2010). A partir de las lecturas bibliográficas se tiene que la clasificación de impactos por el método matriz de Leopold se ha ejecutado con éxito, como es el caso de estudio de investigación de:

Cárdenas (2015) Implementó medidas de mitigación de impactos ambientales, del área de influencia directa de la mina a cielo abierto “San José” localizada en el municipio de Paipa (Boyacá) en el afirma que “Al utilizar la matriz de interacción proyecto ambiente, obedece principalmente a la facilidad que se tiene para manejar un número elevado de acciones del método de explotación a cielo abierto, con respecto a los diferentes componentes del medio ambiente en el caso del área de influencia de la mina San José” (p.51).

Metodología

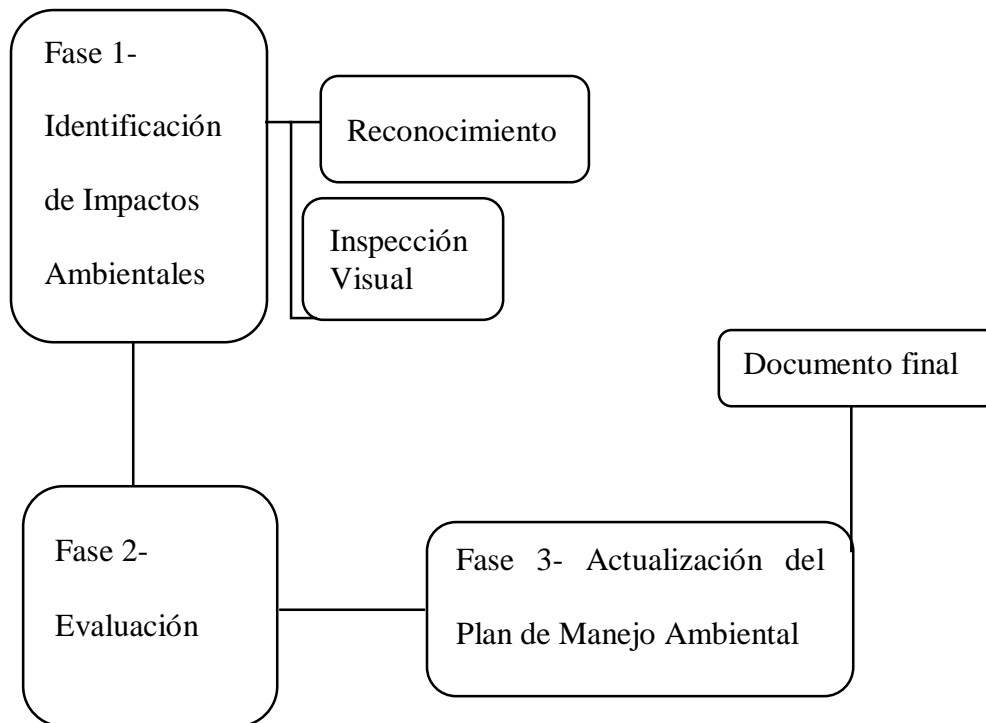
El presente proyecto aplicado, cuyo objetivo tiene la evaluación de impacto ambiental y actualización del PMA del contrato de concesión o título minero 908-15 mina El pajal, para la explotación de caliza en la vereda la Carrera del municipio de Tibasosa en el Departamento de Boyacá se realizará mediante el tipo de estudio mixto de tipo descriptivo, por lo que esta describe el estado, las características, factores y procedimientos presentes en fenómenos y hechos que ocurren por la actividad antrópica. Por ello, a través de esta metodología se realizará la descripción, registro, análisis e interpretación del problema ambiental basado en una serie de datos ordenados, es decir, que tiene un enfoque visual que se observa en un momento determinado; originado en las actividades de explotación y beneficio de la mina El Pajal.

Para la presentación de este estudio se tendrá en cuenta consideraciones generales relacionados en los capítulos (8 y 10) Evaluación Ambiental y Planes y Programas de los Términos de Referencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) para Proyectos de Explotación Minera.

En la realización del estudio se efectuarán varias fases metodológicas en las que se resumen las técnicas, procedimientos y métodos de estudio que permiten identificar, evaluar y plantear la influencia de la explotación del yacimiento El Pajal en el medio ambiente. A continuación, se muestra un resumen de la metodología que se realizará (Figura 1. Esta figura es más grande que media página y por lo tanto fue agregado en una página para sí misma).

Figura 1

Fases Metodológicas de la Investigación



Fuente: Elaboración propia (2020)

La identificación de impacto ambiental se efectuará mediante una lista de chequeo de presencia ausencia en recorridos de inspección visual inicial, posteriormente la evaluación de impacto se realizó mediante la aplicación de la matriz de Leopold.

En cuanto a su planificación, se considera que el estudio consta de tres fases. La primera corresponde a la planeación, la segunda a la formulación y por último el diseño del proyecto.

Fase 1-Identificación de impactos ambientales: Esta etapa se llevará a cabo a través de la aplicación de técnicas de recolección de datos utilizando los siguientes instrumentos de investigación: entrevistas y observación directa.

Para ello se plantearon los siguientes pasos:

Reconocimiento: En la mina de explotación de caliza de la mina El pajal municipio Tibasosa departamento Boyacá, se iniciará la recopilación de datos en cuanto a antecedentes del lugar donde se desarrolla la actividad productiva.

Inspección visual inicial: En este paso se identificará el impacto ambiental, mediante lista de chequeo de presencia ausencia en recorridos de inspección visual inicial, donde se podrá determinar los posibles impactos negativos y positivos y factores que involucran el medio ambiente, su origen y sus consecuencias.

Fase 2- Evaluación: Mediante la aplicación de la matriz de Leopold, los impactos ambientales que serán identificados como consecuencia de la actividad de explotación y beneficio y, abandono y restauración; se evaluarán y se determinarán los impactos significativos por actividad. Por otro lado, mediante la aplicación del método de coste de reposición y análisis costo beneficio la valoración ambiental de aquellos impactos hallados.

Fase 3- Actualización del plan de manejo ambiental: Conforme a los resultados de la evaluación de impacto ambiental se establecerán las nuevas estrategias y/o mecanismos que permitirán dar estrategias de prevención, control, corrección, compensación y/o mitigación a la

actividad de explotación de caliza realizada en la mina El Pajal, ocasionados a corto, mediano y largo plazo; que previamente serán socializadas ante el titular minero.

Descripción de la Mina El Pajal

Información General

La mina El Pajal del contrato de concesión 0908-15 se ha venido explotando por más de 26 años a cargo del señor Genaro Siachoque Hernández, autorizado periódicamente por los organismos (Agencia Nacional de Minería y Corpoboyacá) encargados de controlar y regular la explotación de minerales a cielo abierto.

El título minero se encuentra en la siguiente situación:

Según el parágrafo 1º del artículo 53 de ley 1753 de 09 junio de 2015 permite que los contratos en virtud de aporte soliciten derecho de preferencia para constituir contrato de concesión siempre y cuando las labores mineras sean técnicas de acuerdo con las reservas mineras sin deterioro del medio ambiente y que cumplan con las obligaciones derivadas del título minero. Y teniendo en cuenta y según lo indicado en el artículo 85 de la ley de 685 de 2001 se debe contar con estudio que demuestre factibilidad ambiental en los trabajos mineros que se van a adelantar en la etapa de explotación, siendo la licencia ambiental una de las obligaciones derivadas del título minero que se deben tener al día para poder construir contrato de concesión. Según el artículo 198 de la ley 685 “medios e instrumentos ambientales para establecer y vigilar las obligaciones mineras” la licencia ambiental otorgada es acogida a la normatividad vigente que regía para la época en que se solicitó. Es decir que para el año 2004, no se requería presentar instrumento ambiental, se solicitaban las licencias ambientales mediante un formato que se diligenciaba en la ventanilla de las corporaciones autónomas regionales; razón por la cual se actualizan las fichas ambientales para hacer seguimiento al proyecto. De manera que, la licencia

ambiental del título minero 0908-15 fue otorgada mediante la Resolución 0802 de 15 octubre de 2004; posteriormente aprobado el PMA conforme a la resolución 0014 de 6 de febrero de 2006 y concede prórroga de contrato en virtud de aporte por el término de 10 años contados a partir del 4 enero de 2008. De acuerdo con la Resolución 0802 15 octubre de 2004 emitida por Corpoboyacá en función de viabilidad ambiental por el término de contrato del proyecto minero y teniendo en cuenta que a la fecha el proyecto minero anteriormente mencionado se encuentra en trámite la solicitud de derecho de preferencia para suscribir contrato de concesión; motivo por el cual jurídicamente se encuentra vigente y en etapa de explotación.

Este proyecto de explotación minera de caliza está clasificado como minería a pequeña escala por su producción 30000 toneladas/año. Según el Ministerio de Minas y Energía “los títulos mineros que se encuentren en etapa de explotación se clasificaran en pequeña, mediana o gran minería de acuerdo con el volumen de producción minera máxima anual” (Minenergía, Decreto 1666 de 21 de octubre 2016). De acuerdo con lo designado en el mismo Decreto 1666 de 2 de octubre del 2016, este proyecto minero se categoriza como actividad minería de subsistencia desarrollada por personas naturales a cielo abierto, de materiales destinados a la industria de la construcción.

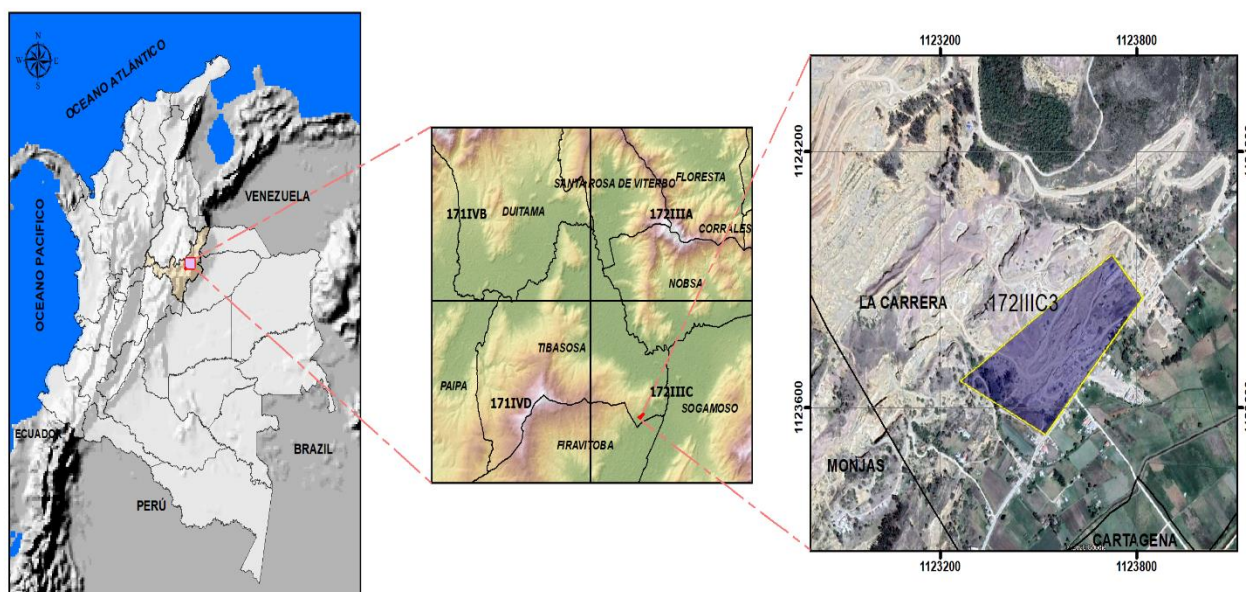
Marco Geográfico

Tibasosa está situado en la quinta zona de la Cordillera de los Andes. Es un municipio de unos 94.3 Km² área, de los cuales 89.2 km² corresponden al clima frío y 5.1 km² corresponden a clima de páramo, conformada por una topografía variable entre valles y montañas, posee altitudes que van desde los 2550 hasta los 3400 m.s.n.m, posee gran diversidad de suelos con grandes diferencias fisicoquímicas, encontrándose seis clases según el Sistema Americano de Clasificación, con sus subdivisiones (Alcaldía Municipal de Tibasosa, 2017).

A continuación, la figura 2 representa mapa de ubicación geográfica del municipio de Tibasosa y polígono de georreferenciación de la zona de interés.

Figura 2

Ubicación del Área de Interés



Fuente: Google Earth (2020)

Localización

El área objeto de estudio se encuentra ubicado en la vereda la Carrera al sureste del municipio de Tibasosa en el departamento de Boyacá, vía Firavitoba (Figura 3).

Figura 3

Vía de Acceso Principal a la Mina El Pajal



Fuente: Autor (2020)

Demarcación de áreas para el proyecto de explotación

Contrato: 97-94M (908-15)

Titular: Genaro Siachoque Hernández

Mineral: caliza

Municipio: Tibasosa

Área: 96.751 hectáreas

Punto Arcifinio (P.A): Punto 211 (BYX) Materializado en Tibasosa

Coordenadas del punto (P.A): Norte: 1.127.522.84 y Este: 1.118.554.22

Plancha del P.A: 171-4-D (IGAC)

Alinderación: El contrato de explotación 908-15 se encuentra delimitado en las siguientes coordenadas geográficas (Tabla 4).

Tabla 4

Coordenadas Contrato de Concesión 908-15

Coordenada Norte	Coordenada Este
1.127.522.84	1.118.554.22
1.123.662.26	1.123.265.54
1.123.955.53	1.123.725.59
1.123.858.18	1.123.821.25
1.123.536.06	1.123.522.80

Fuente: PTI contrato de concesión 0908-15 (2015)

A continuación, se representa la ubicación de los puntos geográficos anteriormente descritos (Figura 4).

Figura 4

Ubicación Polígono Mina El Pajal



Fuente: Google Earth (2020)

Descripción y Caracterización Ambiental de la Mina El Pajal

Descripción del Proyecto

El título minero 0908- 15 legalmente otorgado, se encuentra vigente y en la etapa de explotación de mineral de caliza, aprobado por la Autoridad Minera (ANM) y Ambiental (Corpoboyacá) competente con número de expediente OOLA-151/02.

El yacimiento del mineral de caliza aflora parte de la formación belencito representado por nueve bancos denominados A, B, C, D, F, G, H, I; con una capa de 0.02 metros. La explotación se realiza a cielo abierto por sistema de terrazas. El plan de explotación se efectúa con la perforación de barrenos de 1,5 metros de longitud con ayuda del martillo de percusión en un área de 5 metros de alto por 20 metros de largo. Cada barreno con una distancia a la carga libre de 1.30 metros y espaciado por 1.70 metros con una profundidad de 1.50 metros. En el siguiente apartado se describen cada una de las actividades del proceso productivo de explotación y beneficio, así mismo, los trabajos que se llevarán a cabo en la etapa de abandono y restauración de la mina El Pajal.

Descapote. El proceso comienza con el descapote, el cual consiste en remover la capa vegetal, el suelo o el "estéril" (mineral o roca que no representa beneficio económico) que cubre un yacimiento de caliza, para dejar descubierto el mineral de interés económico.

Para esta actividad es necesario utilizar una excavadora de orugas, martillo perforador accionado por compresor neumático y explosivos.

Perforación. La perforación es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es el de abrir en la roca huecos cilíndricos destinados a alojar el explosivo y sus accesorios iniciadores, denominados taladros, barrenos, hoyos. Esta operación es necesaria para lograr el confinamiento del explosivo y aprovechar mejor las fuerzas expansivas.

Para esta actividad es necesario utilizar martillo perforación accionado por compresor neumático.

Voladura. La voladura es uno de los medios principales de extracción de minerales en las operaciones de minería a cielo abierto. El propósito principal de la operación de voladura es la

fragmentación de la roca y para esto se requiere de una gran cantidad de explosivos. Los explosivos liberan una gran cantidad de energía durante la explosión.

La voladura se puede definir como la ignición de una carga masiva de explosivos. El proceso de análisis y diseño de la operación de perforación y voladuras en minería de superficie emplea el enfoque de la programación estructurada. En los huecos hechos, es decir en la perforación se riega una sustancia explosiva, que al entrar en contacto origina una onda de choque y, mediante una reacción, libera gases a una alta presión y temperatura de una forma substancialmente instantánea, para arrancar, fracturar o remover una cantidad de material según los parámetros de diseño de la voladura misma. El material empleado para esta actividad es:

Anfo: Es un explosivo de alta potencia que consiste en una mezcla de nitrato de amonio y combustible derivado del petróleo. Estas mezclas son muy utilizadas, principalmente por las empresas mineras y de demolición.

Mecha de seguridad: Es un accesorio de voladura conformado por un núcleo de pólvora negra recubierto de papel, varias capas de hilo de algodón, asfalto y una capa de PVC para garantizar impermeabilidad, flexibilidad y resistencia a la abrasión. Este accesorio transmite una llama o fuego, a una velocidad conocida y constante para iniciar un detonador común, que explota y se encarga de sensibilizar los explosivos que estén en contacto con él. La mecha de seguridad tiene un tiempo de combustión por unidad lineal requerido para protección de la persona explosivita que realiza la iniciación de la voladura. La mecha de seguridad es sensible bajo ciertas condiciones al golpe, fricción, chispa o fuego.

Detonador común No.8: Es un accesorio de voladura constituido por una cápsula cilíndrica de aluminio cerrada en uno de sus extremos, en cuyo interior lleva un explosivo

primario muy sensible a la chispa de la mecha de seguridad y otro secundario de alto poder explosivo.

Disminución de Tamaño. Cuando se presenta sobre tamaño de la roca caliza, se disminuye el mismo con la excavadora de orugas y el martillo hidráulico. Para esta actividad es necesario utilizar excavadora de orugas con martillo hidráulico.

Cargue. Una vez el mineral tenga el tamaño adecuado, de acuerdo con lo requerido, la excavadora realiza el cargue del material a vehículos de transporte de 10 o 20 toneladas. Para esta actividad es necesario utilizar excavadora con valde y volquetas sencillas o doble troque.

Transporte. Una vez con la carga el vehículo de transporte, este es carpado por el conductor, para dirigir la misma al patio de acopio o tolva de la trituradora.

Trituración. La roca caliza es depositada en la tolva que alimenta la trituradora primaria, la cual arroja una granulometría aproximadamente de 8 pulgadas.

Este material es transportado mediante una banda, a la trituradora secundaria, evacuando el material al clasificador arrojando granulometrías de $\frac{1}{2}$ pulgada, $\frac{3}{4}$ de pulgada, 5 pulgadas y finos depositándose en tolvas separadas de acuerdo con el tamaño de la grava.

Finalmente, estas tolvas son desocupadas mediante volquetas las cuales depositan el material en el patio de acopio, patio de hornos o es llevado por compradores externo.

Para esta actividad se cuenta con una trituradora primaria de mandíbula en la cual se obtiene una granulometría del material de 2 a 8 pulgadas aproximadamente.

Calcinación. Se cuenta con una batería de 10 hornos de calcinación tipo colmena. Este proceso comienza con el llenado de coque y caliza simultáneamente una capa de coque y una capa de caliza, el horno termina finalmente con 70 toneladas de caliza y 5,5 toneladas de coque, este proceso dura aproximadamente 8 días, para finalmente obtener 35 toneladas de cal.

Deshorne. Al término de los 8 días se procede al deshorne el cual consiste en desocupar el horno mediante una banda transportadora la cual es depositada en una volqueta.

Transporte. La volqueta transporta el material calcinado (cal), desde los hornos hasta el molino de cal.

Molienda. La volqueta descarga el material en la tolva del molino, luego se procede a realizar la molienda mediante un molino de martillos, este material molido pasa a ser depósito en dos silos con capacidad de 100 toneladas cada uno.

Cargue. Cuando el material está depositado en los silos, se procede al cargue en big bag (sacos de 1 tonelada), este proceso se realiza con un cargador frontal, el cual transporta los big bag desde el silo hasta el tracto camión, para luego dirigirse a su destino final.

Estabilidad de taludes: Una vez terminadas las labores mineras se adelantará el trabajo de revegetalización del talud final cubierto con el fin de disminuir el impacto.

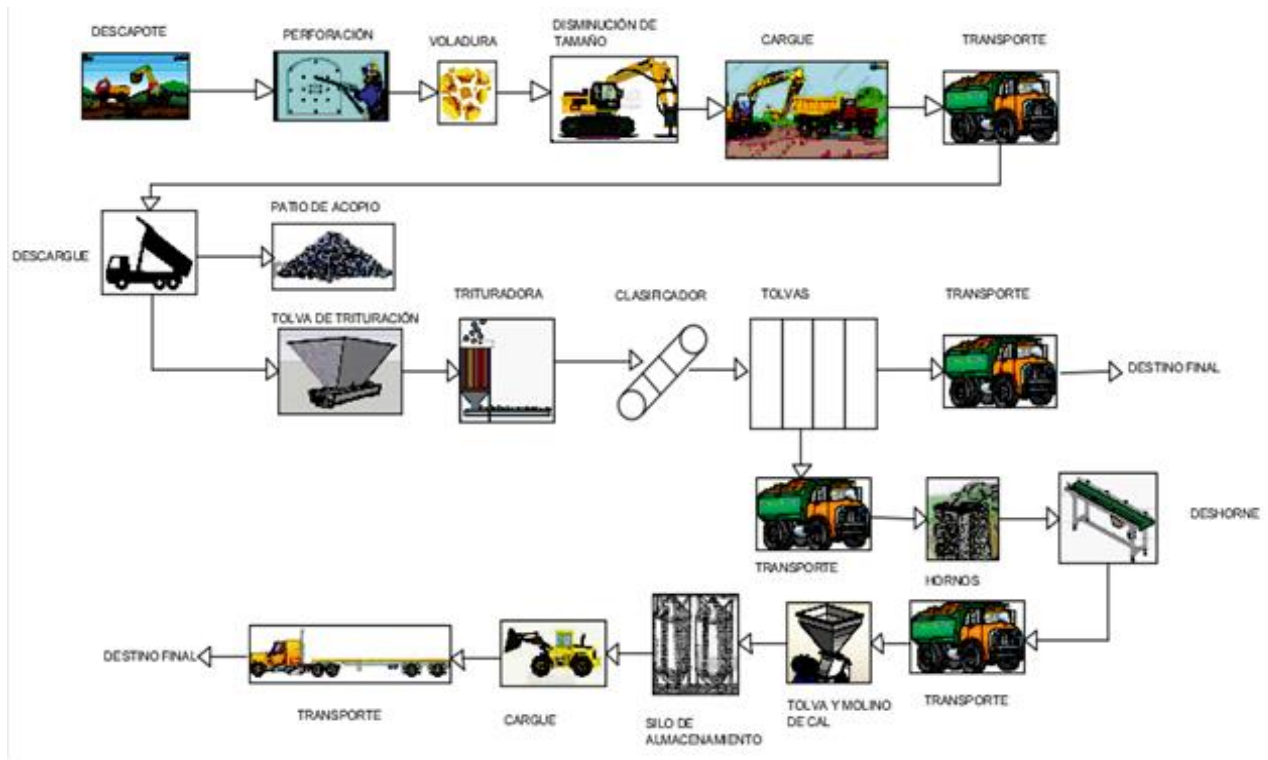
Recuperación de cobertura vegetal: Durante y después del proyecto es fundamental la siembra y mantenimiento de barreras vivas de eucalipto y arbustos en las zonas afectadas.

Adecuación de instalaciones: Al finalizar las labores del proyecto todas las obras de infraestructura o redes de servicio usadas deberán ser desmontadas.

Finalmente, se representa gráficamente el proceso de explotación y beneficio del mineral anteriormente descrito (Figura 5).

Figura 5

Mapa de Proceso de Explotación y Beneficio del Mineral Caliza en la Mina El Pajal



Fuente: Documento informativo proceso productivo por CALBOY LTDA. (2019)

Actividades e Infraestructura del Proyecto

En este apartado se describe las actividades e insumos del proceso productivo diseñado en las diferentes áreas de trabajo, mina, trituración y calcinación; con el cual funciona la mina El Pajal (Tabla 5).

Tabla 5

Actividades e Insumos del Proceso de Beneficio del Mineral Caliza en la Mina El Pajal

Actividades e Insumos de Producción	Descripción Gráfica
-------------------------------------	---------------------

Cargue y transporte de caliza siderúrgica de la mina al patio de acopio de los hornos.



Las materias primas utilizadas para la calcinación de caliza. El coque es el combustible para hacer el proceso de calcinación, alcanzando aproximadamente 1100° centígrados.



Acopio de caliza, materia prima que al ser expuesta a altas temperaturas se transforma en cal. Allí mismo se observa la batería de 10 hornos con ductos conectados a la chimenea principal.



Llenado mecanizado de los hornos. Este proceso se realiza en capas las cuales consisten en intercalaciones de coque y caliza, hasta llegar a la parte superior terminando la última capa en caliza con una granulometría inferior.





Se aclara que el proceso de calcinación tiene una duración de 8 días con enfriamiento.

El deshorne o descargue del horno, en banda transportadora, realizando una selección manual del producto, clasificando las impurezas a un lado.



El descargue del producto en la tolva que almacena la cal para su posterior molienda.



El molino, el cual reduce el tamaño del producto.



Los silos de almacenamiento de la cal los cuales tienen una capacidad de 50 toneladas cada uno.

Para el llenado de los sacos de big bag se dispone de una báscula con una capacidad de una tonelada.



Báscula con capacidad de una tonelada.

El cargue de los sacos de big bag se realiza con el cargador frontal del tracto camión.



Como parte final del proceso de producción, se realiza el cargue total del tracto camión listo para su carpado y despacho.



Fuente: Autor (2020)

Identificación y Delimitación del Área de Influencia

Caracterización área de influencia del proyecto

El área de influencia del título minero 0915-08 se encuentra en la formación Une y Belencito, perteneciente al miembro calcáreo de la formación Tibasosa, está representada por bancos potentes de caliza gris fosilífera que oscilan entre 12 y 3.8 metros intercalada con niveles de arcillolitas, areniscas calcáreas, arena arcillosa.

Aspectos Abióticos

Geología

Esta información correspondiente a la parte geológica del área de explotación es recuperada de estudios realizados por entidades gubernamentales Instituto Geográfico Agustín Codazzi y por empresas interesadas en cuantificar y clasificar las reservas regionales de caliza.

Geología Regional

El rasgo geológico regional más sobresaliente es la ocurrencia del macizo de floresta de edad Camro- Ordovícico (paleozoico inferior) que corresponde a una unidad vulcano sedimentario con metamorfismo regional de bajo grado, constituido por un conjunto de rocas ígneo-metamórficas (granito, gneis, esquistos). El alto relegamiento observado en las rocas aflorantes regionales indica que estos han estado sometidos a esfuerzos compresionales y de distensión

generados durante la orogenia Andina.

Geología del Yacimiento

Dentro del área contratada mina El Pajal, por observaciones geológicas contiguas y en el mismo yacimiento se concluye que aflora parte de la formación belencito representada por los bancos B y C, que forman parte del monoclinal invertido del anticlinal Floresta- Tibasosa y quedan incluidos dentro del miembro intermedio de la formación belencito. Esta formación tiene un espesor aproximado de 550m depositada en un ambiente marino, infra yace a la formación une y suprayace al miembro arenoso de la formación Tibasosa. Estas calizas con el producto de la ingresión marina, ocurrida en el cretáceo inferior y medio, marca el inicio de una potente serie sedimentaria con un espesor 1600 metros representada por las formaciones Tibasosa, Belencito y Une que afloran al occidente del valle de rio Chiquito.

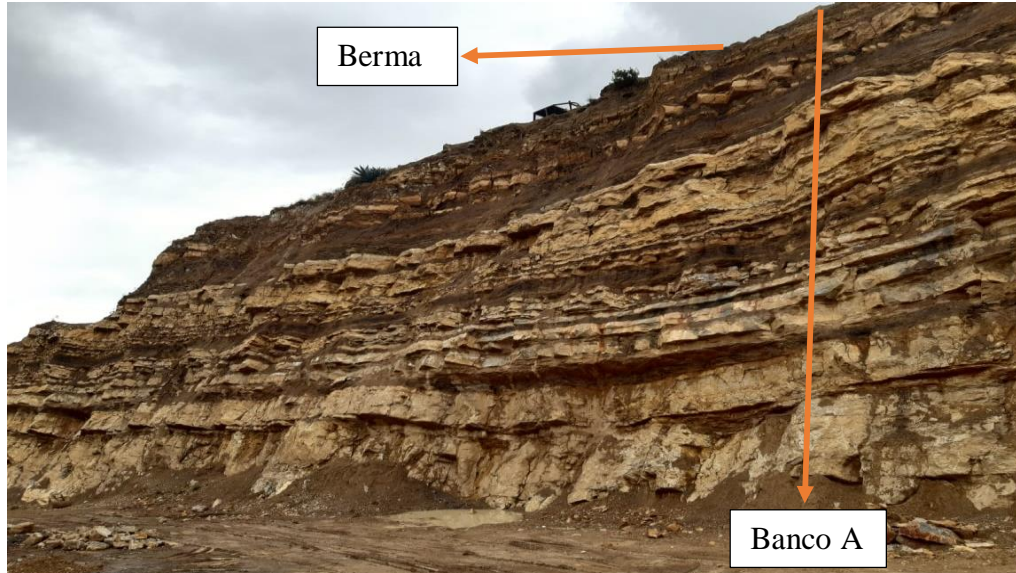
La secuencia calcárea se encuentra invertida debido a los efectos de la falla de Soapaga que pone en contacto a rocas antiguas del macizo de Floresta con la secuencia cretacicoterciaria separados por el Valle de Sogamoso que está conformado por sedientos cuaternarios consolidados que cubren el trazo de dicha falla.

A continuación, se caracterizan los bancos pertenecientes a la formación Belencito que, están separados por estériles desde 1 metro hasta 100 metros, este último correspondiente al estéril comprendido entre los bancos C y D.

Banco A. Caliza fosilífera, color gris claro con intercalaciones de 1 a 2 centímetros de arcillolita parda a oscura, su espesor promedio es de 4 metros se encuentra hacia el sur oriente del área de estudio, cubierto por sedimentos cuaternarios (Figura 6).

Figura 6

Banco (A) Caliza Titulo Minero 0908-15

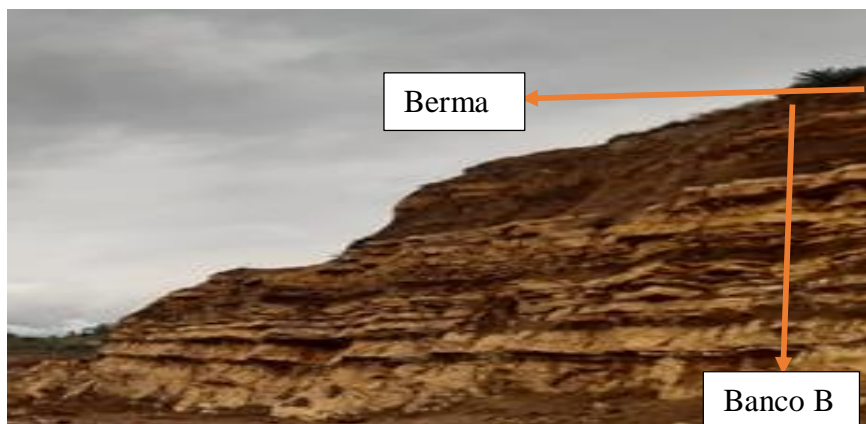


Fuente: Autor (2020)

Banco B. Posee un espesor casi constante en la región de 16 metros, al techo se encuentran arcillolitas y al piso calizas con bastantes óxidos de hierro de 1 metro de espesor (Figura 7).

Figura 7

Banco (B) Caliza Titulo Minero 0908-15

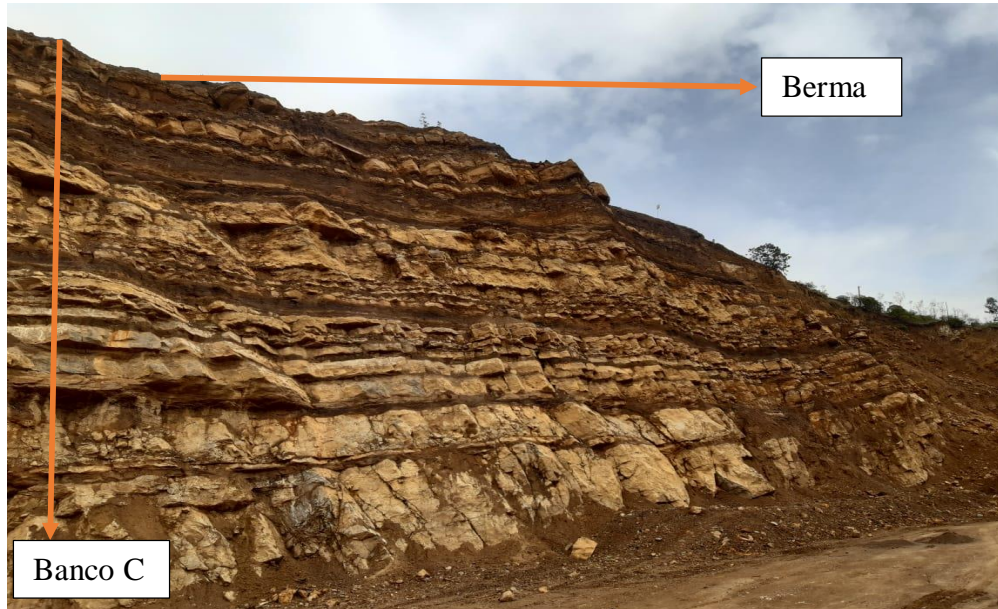


Fuente: Autor (2020)

Banco C. Caliza fosilífera de color gris oscuro interestratificado con estratos arcillosos de color gris a oscuro (Figura 8).

Figura 8

Banco (C) Caliza Titulo Minero 0908-15



Fuente: Autor (2020)

Banco D. Caliza fosilífera de color gris a pardo se encuentra conformado por los bancos D y D1, separados por estrato arcilloso de no fácil identificación por su color y espesor. El banco D suprayace a unas olitas rojas moradas constantes en la región, es de mejor calidad que el banco D1, su espesor promedio es de 11 y 15 metros respectivamente (Figura 9).

Figura 9

Banco (D) Titulo Minero 0908-15

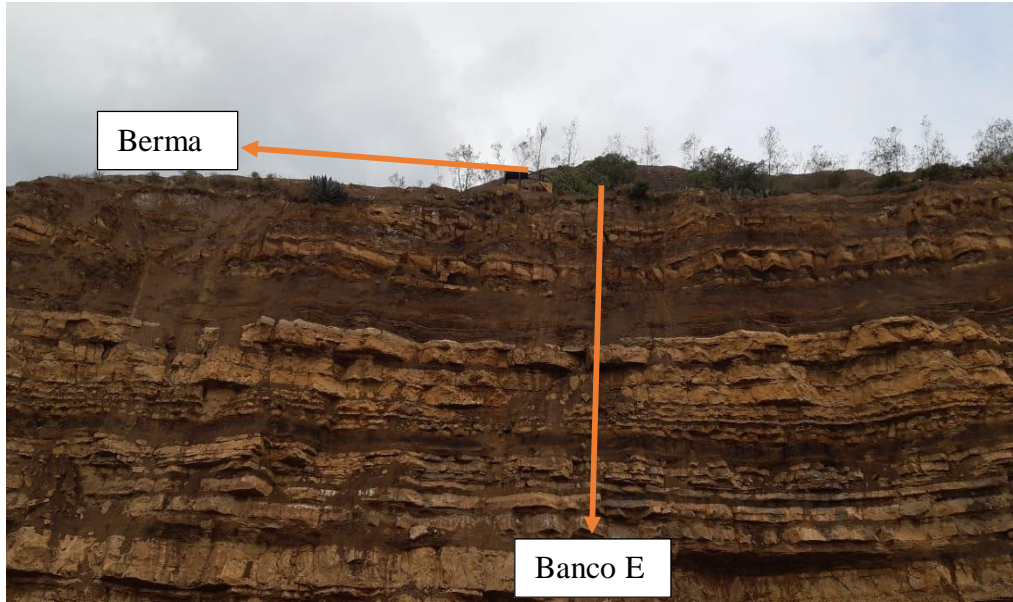


Fuente: Autor (2020)

Banco E. Constituido por calizas fosilíferas de color gris a gris pardo con intercalaciones de estratos delgados de arcillolita parda oscura, su espesor promedio es de aproximadamente 15 metros (ver figura 10).

Figura 10

Banco (E) Titulo Minero 0908-15

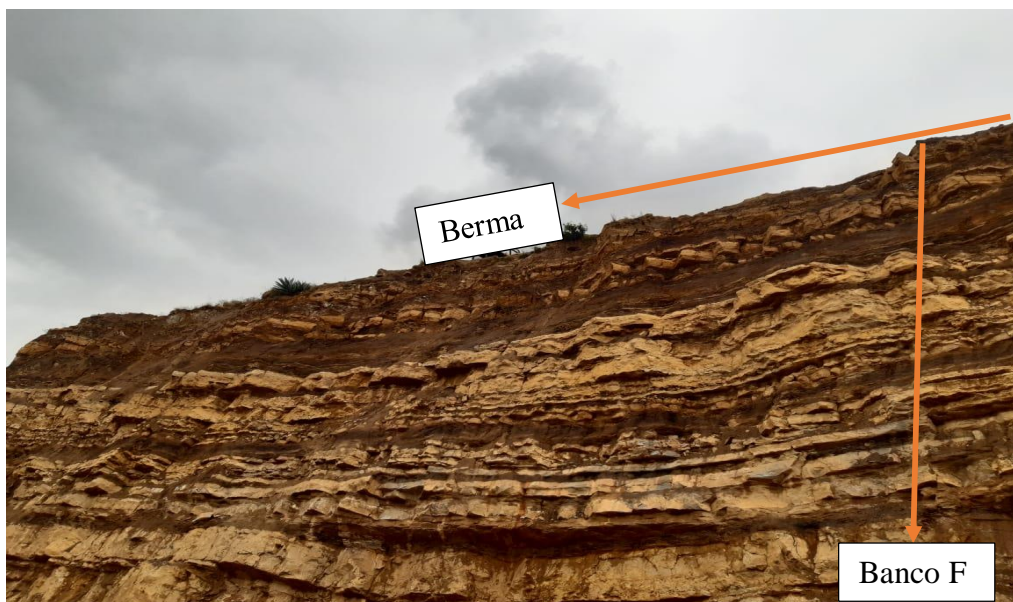


Fuente: Autor (2020)

Banco F. Está conformado por caliza arenosa y arcillosa algo fosilífera de color pardo, interestratificada con arcillolitas pardas oscuras, su espesor promedio es de 45 metros (Figura 11).

Figura 11

Banco (F) Caliza Titulo Minero 0908-15

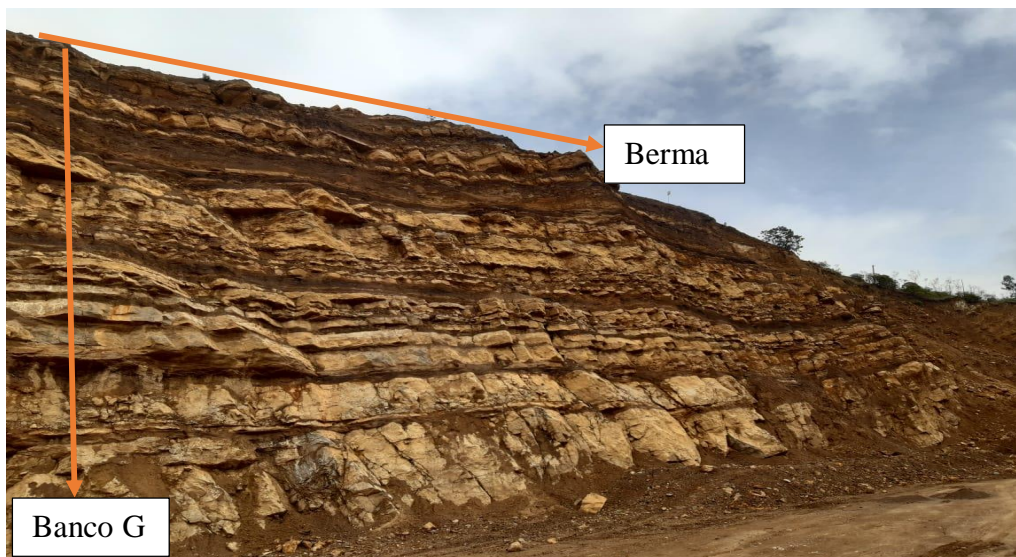


Fuente: Autor (2020)

Banco G. Caliza arenosa, algo fosilífera de color pardo, interestratificada con estratos arcillosos pardo oscuros y estratos de arenisca calcárea, su espesor es de aproximadamente 15 metros (Figura 12).

Figura 12

Banco (G) Caliza Titulo Minero 0908-15

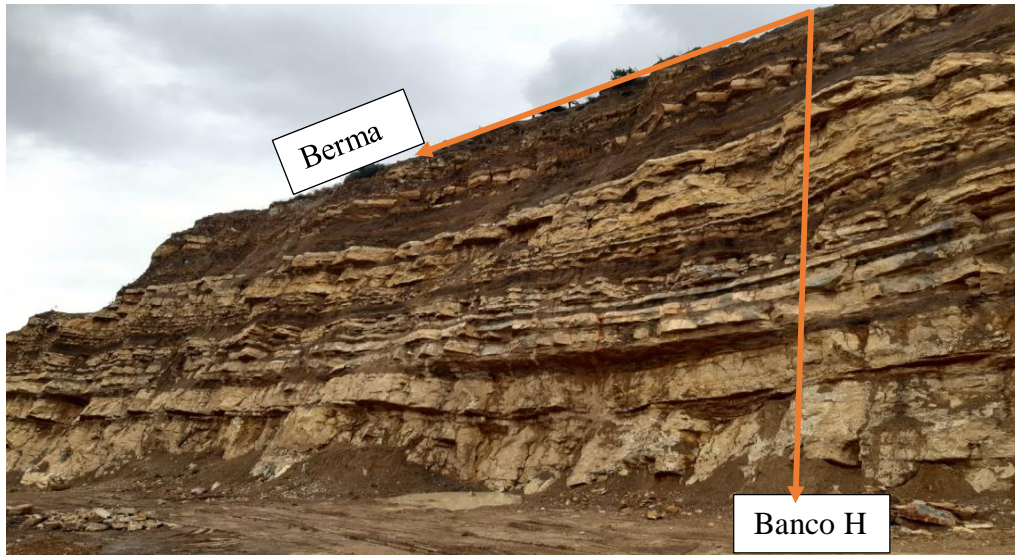


Fuente: Autor (2020)

Banco H. Estratos de caliza arenoso de color gris, interestratificada con arenisca arcillosa, su espesor promedio es de 12 metros (Figura 13).

Figura 13

Banco (H) Caliza Titulo Minero 0908-15

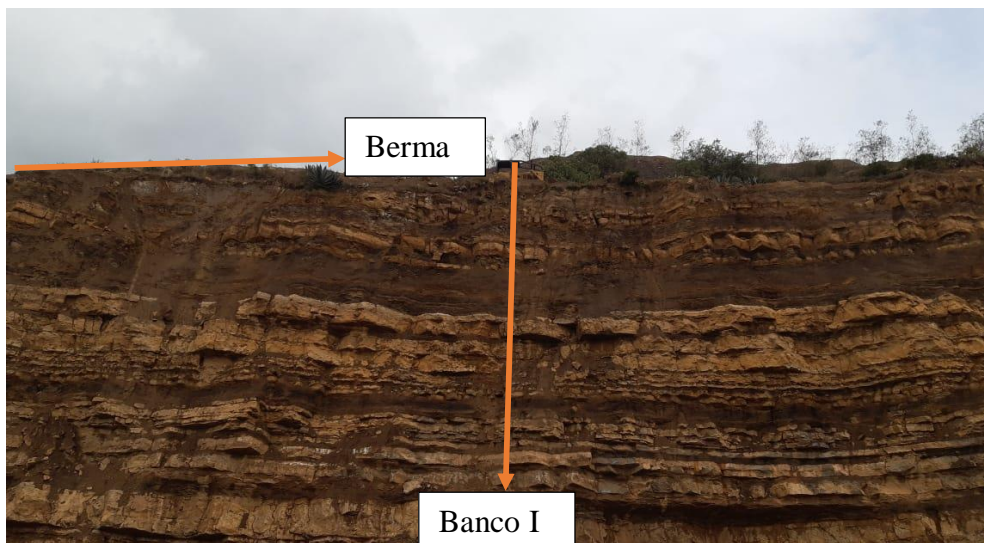


Fuente: Autor (2020)

Banco I. Compuesto de caliza arenosa de color gris, su parte media está conformada por estrato de arenisca calcárea, su espesor promedio es de 10 metros (Figura 14).

Figura 14

Banco (I) Caliza Titulo Minero 0908-15



Fuente: Autor (2020)

Geoquímica del yacimiento

Para el hallazgo geoquímico del yacimiento de mineral de caliza se tuvo en cuenta un reporte de análisis realizado directamente por el laboratorio propiedad del titular de presente contrato de explotación minera donde se relacionan 2 muestras correspondientes a los bancos B y C, siendo estos dos bancos los cuales representan la formación del yacimiento denominado belencito.

Muestra 1. Corresponde al yacimiento calcáreo banco B, fin primordiliidad del proyecto de explotación.

Muera 2. Análisis de los estratos calcáreos interestratificados con arcillas y areniscas que se encuentran en la zona de descapote para poder explotar técnica, económica y ambientalmente el banco B.

Geomorfología del Yacimiento

La zona de influencia del proyecto minero se encuentra en la formación Belencito, caracterizada por los tres conjuntos (inferior, intermedio y superior. El conjunto intermedio se ubica dentro de esta zona y se caracteriza por tener (9) bancos de caliza denominados (A, B, C, D, E, F, G, H, I) intercalados con estratos arcillosos y arenosos con espesor aproximadamente de 395 metros.

Escarpes

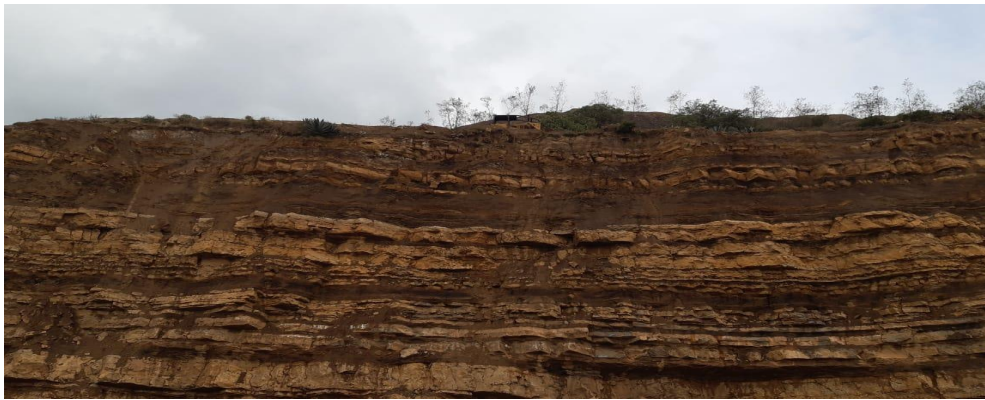
Corresponden a montañas en rocas sedimentarias consolidadas, por su morfología específica se distinguen los escarpes y pendientes estructurales.

Escarpes: Están formadas principalmente por areniscas cuarzosas, compactas, y en algunos sectores por areniscas calcáreas. Se distribuyen indistintamente en toda el área montañosa. Sus estratos rocosos forman pendientes fuertemente empinadas (>75%) con misceláneos rocosos o suelos muy superficiales con roca dura a menos de 50 cm, impenetrable para las raíces de la

mayoría de las plantas, por tal razón predominan coberturas arbustivas bajas y herbáceas. Esta geoforma se localiza en la vereda La Carrera donde se encuentra el título minero 0908-15 (Figura 15).

Figura 15

Geoforma Escarpes Titulo Minero 0908-15



Fuente: Autor (2020)

Edalogía

La escasez de fósiles identificables hace imposible la definición precisa de la edad de esta formación. Por su posición estratigráfica varios autores la colocan en el carbonífero con extensión al permiano. Es difícil también determinar el origen de la formación, pero la presencia de calizas fosilíferas de edad carboniana al noreste de la región estudiada sugiere un ambiente marino de poca profundidad con episodios de transición.

Climatología

El área de estudio se encuentra localizada en alturas comprendidas entre los 2500 y 3200 m. s. n. m., formando parte de las unidades climáticas Montano Tropical Subhúmedo y Montano Tropical Húmedo, las cuales corresponden a las zonas de vida bosque seco Montano Bajo (bs - MB), y bosque húmedo Montano (bh - M) de acuerdo con la clasificación de Holdridge (1977).

Temperatura

La biotemperatura media anual aproximada entre 12 a 24 grados centígrados, con promedio anual de lluvias de 500 a 1000 mm. La altura de la zona de interés se ha registrado desde los 2500 a 3000 msnm. Con variaciones de acuerdo con las geoformas a nivel local (Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Tibasosa – Boyacá, 26 de octubre del 2000).

Precipitación

El comportamiento de la precipitación en el municipio de Tibasosa señala que hay lluvias de abril a junio, septiembre a noviembre periodo bimodal, verano moderado de julio a agosto, noviembre a diciembre acentuando, escasez de lluvias de enero a marzo.

Vientos

Dada la localización del área del proyecto en el Altiplano Boyacense y el ramal oriental de la cordillera Oriental donde confluyen los vientos del Este, los vientos de la zona se caracterizan por presentar una dirección predominante en sentido oeste, con un promedio de 24297 Kilómetros de recorrido al año.

El primer trimestre se caracteriza por registrar los valores más altos de recorrido del viento con 6724 Kilómetros aproximadamente, correspondientes al 27% del total anual; dichos valores están directamente relacionados con la velocidad, ya que este periodo registra sus valores más elevados (1,4 m/s en promedio). De otra parte, en el mes de noviembre la velocidad del viento desciende hasta alcanzar valores menores de 1 m/s, lo cual se refleja en la disminución de su recorrido que tan solo alcanza los 1735 Km en este mes (Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Tibasosa – Boyacá, 26 de octubre del 2000).

Brillo Solar

Para la zona, teniendo en cuenta los valores históricos de la estación San Rafael a nivel mensual multianual, se contabiliza un promedio anual de 1808 horas - sol (5 horas - sol por día). Los meses con mayor número de horas - sol, están relacionados con los meses de estiaje o de menor precipitación, destacándose los meses de diciembre y enero con valores mensuales que ascienden a las 200 horas (6.6 horas sol - día).

La zona de igual forma registra valores máximos del orden de las 258 horas mensuales correspondientes a 8,6 horas - sol por día en el mes de enero y valores mínimos de 84 horas mensuales de brillo solar (2,7 horas de sol por día) en el mes de abril.

Hidrología

En la zona donde se ubica el proyecto minero El Pajal no se presentan fuentes hídricas significativas, el manejo de aguas en esta actividad productiva se hace con canales perimetrales y zanjales de coronación; agua que es conducida a un reservorio artificial (volumen 1.180 m³) de esta manera hacen uso del líquido para la única actividad del proyecto que se requiere en el apague de los hornos. Por consiguiente, en este estudio tampoco se realiza caracterización hidrogeológica ni se determina calidad de agua (Figura 16).

Figura 16

Reservorio Artificial Titulo Minero 0908-15



Fuente: Autor (2020)

Calidad del Aire

Los valores de inmisión de algunos contaminantes, existentes en la zona de influencia directa del proyecto minero y, que se relacionan a continuación son fuente de informe de monitoreo de calidad de aire realizado por el laboratorio A&M LTDA. (acreditado por el IDEAM) para material particulado.

El estudio muestra que las concentraciones de Material Particulado (PM10) en las tres estaciones ubicadas (oficinas, baños trabajadores, patio de material triturado) se encuentran por debajo de la norma diaria y norma anual establecidos mediante la Resolución 2254 de 1 noviembre del 2017, discriminados de la siguiente manera (Tabla 6 y 7).

Tabla 4

Consolidados Niveles de concentración Anual de Material Particulado (PM10)

Estación	Promedio	Norma	Cumple
-----------------	-----------------	--------------	---------------

	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Oficinas	43.04		Si
Baños Trabajadores	45.77	0	Si
Patio de Material		50	
Triturado	44.82		Si

Fuente: Laboratorio A&M LTDA (2017)

Tabla 5

Consolidados Niveles de Concentración Diaria

Estación	Máximo 24 Horas $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Norma 24 Horas $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Cumple
Oficinas	57.87		Si
Baños trabajadores	64.99	100	Si
Patio de material triturado	58.69		Si

Fuente: Laboratorio A&M LTDA (2017)

Suelos

En el municipio de Tibasosa se encuentran tres geoformas generales que son el sistema de laderas o vertientes, los abanicos y la planicie efluvio lacustre donde se encuentran las terrazas, los valles y los bacines. Esta variedad de ambientes da origen a una gran gama de suelos que se distribuyen en las anteriores formas de terreno.

Asociación Cantera (cd)

Son suelos originados a partir de areniscas calcáreas y se ubican en relieves quebrados y escarpados en la vereda: La Carrera, ubicación del título minero 0908-15 (Figura 17).

Figura 17

Relieve Escarpado Titulo Minero 0908-15



Fuente: Autor (2020)

Aspecto Socioeconómico

Áreas Construidas

El territorio de la vereda La Carrera es zona minera, la unidad está dedicada a la explotación de roca para la elaboración de cal para la fabricación de cemento. Por su clasificación de uso de suelo minero no se consideran viviendas construidas en el territorio.

Caracterización Socioeconómica

Producción Minera: En el municipio, sobre todo en la vereda, la Carrera, se explotan minas de piedra caliza de grandes y pequeñas microempresas que de una u otra forma generan impacto positivo en los habitantes de los sectores aledaños. La actividad minera constituye una parte importante de la economía tibasoseña.

Caracterización Demográfica

Población Total y Densidad Poblacional por Kilómetro Cuadrado

Para el 2012 según proyecciones del censo 2005, la población del Municipio de Tibasosa es de 13.662 habitantes, la cual equivale al 1.07% de la población total del departamento, con una densidad poblacional de 144 habitantes por kilómetro cuadrado.

Teniendo en cuenta, la clasificación del uso de suelo minero de la zona vereda la Carrera definido por el Plan de Ordenamiento Territorial del año 2000, en el territorio donde se localiza el título minero, no se encuentran construcciones de viviendas; por consiguiente, no se tiene consideración de población.

Estructura de Servicios

Subzona de Corredores Viales Lineales

Son los tramos paralelos a las vías de segundo orden (vías Pantano de Vargas – Firavitoba a través de la vereda El Hato, vía Puente La Balsa – área urbana a través de las vereda Ayalas y Centro, vía principal de la vereda El Chorrito, y vía vereda La Carrera – Firavitoba en la vereda La Carrera), en los cuales se permiten usos complementarios de la infraestructura vial así: En franjas de 20 metros de ancho a lado y lado de la vía, medidas a partir del aislamiento vial que será mínimo de 10 m.

Núcleos de Servicios Rurales

Corresponden a sitios puntuales donde se llevan a cabo actividades de prestación de servicios, tales como escuelas, colegios, salones comunales, puestos de salud, capillas rurales y cementerios, igualmente las zonas donde se ha instalado o se proyecta instalar infraestructura de servicios públicos como acueductos, distritos de riego, etc. Para el caso de la vereda la Carrera y zona de ubicación del área 0908-15 no hay presencia de estos servicios.

Evaluación Ambiental

Análisis de Impactos

La actividad de explotación de caliza en la mina El Pajal en el municipio de Tibasosa, se lleva a cabo en su totalidad a cielo abierto y es una explotación tecnificada, que se adelanta en el área de concesión 0908-15 localizada en la vereda La Carrera; la cual posee y sigue diseños de explotación previamente establecidos; las labores de extracción de caliza se llevan a cabo en forma descendente, mediante bancos o terrazas diseñados de tal forma que se conserve la estabilidad de los taludes, se dé el mejor aprovechamiento posible al yacimiento y, se permita el tránsito libre y seguro de maquinaria requerida en las etapas de explotación, cargue y transporte. Esta minería también cuenta con personal calificado que garantiza la seguridad de las labores y que éstas se lleven a cabo dentro de los parámetros establecidos.

Dicha actividad minera se desarrolla en dos etapas fundamentales: Explotación-Beneficio y etapa de Abandono y Restauración. La primera etapa explotación y beneficio del mineral, consiste en perforación, apertura de vías de acceso, adecuación de patio de almacenamiento del mineral, descapote (suelo materia aluvial), disposición de estéril (escombrera), voladuras, trituración, tamizaje, cocción, almacenamiento, transporte y comercialización. En esta etapa se consideran los siguientes impactos: contaminación del aire por generación de material particulado y emisión de gases CO, CO₂, SO_x y NO_x, pérdida de capacidad receptora de CO₂, desestabilidad del suelo, ruidos generados por las voladuras y operación de la maquinaria con la que se realizan las perforaciones de barrenos para las voladuras, generación de riesgos de accidentalidad al incrementarse el volumen de tráfico pesado en el área de influencia (explotación y transporte), generación de empleos indirectos, activación de la economía, ya que

la actividad requiere de una serie de insumos para la operación de maquinaria para explotación y transporte, generación de insumos para la industria.

La segunda y etapa final, de abandono y restauración reside la estabilidad de taludes, recuperación de cobertura vegetal y adecuación de instalaciones. Aunque en esta etapa son más los impactos positivos en los factores en general (biótico, abiótico, humano, social y económico), se ocasionan los mismos impactos negativos presentados en la etapa de explotación y beneficio, pero con una intensidad mínima, debido a que en esta etapa los requerimientos de maquinaria son menores, ya no se realizan voladuras ni transporte de materiales.

Identificación De Impactos Ambientales

Se identificaron los siguientes impactos ambientales para ambas etapas correspondientes a la actividad minera sobre los factores abiótico, biótico y socio económico:

Suelo

Degradación y desestabilización

Aire

Contaminación del aire por generación de material particulado

Emisión de gases invernadero (CO, CO₂ y SO_x)

Generación de ruido

Agua

Contaminación del agua de escorrentía

Fauna

Desplazamiento de fauna

Flora

Disminución de flora.

Pérdida de capacidad receptora de CO₂

Paisaje

Deterioro paisajístico

Humanos

Generación de riesgos laborales y enfermedades ocupacionales

Social

Incremento en volúmenes de tráfico pesado

Económico

Generación de empleo

Generación de insumos para la industria

Reactivación de la economía

Generación de valor agregado al producto original

A partir de la identificación de los factores susceptibles y efectos, se elaboró la siguiente lista de chequeo que muestra presencia (negativa o positiva) de los mismos durante el desarrollo de la actividad de explotación y beneficio del mineral, abandono y restauración de la mina El Pajal (Tabla 8. Esta tabla es más grande que media página y por lo tanto fue agregado en una página para sí misma).

Las listas de chequeo son un método de identificación muy simple, por lo que se usa para evaluaciones preliminares. Sirven primordialmente para llamar la atención sobre los impactos más importantes que puedan tener lugar como consecuencia de la realización del proyecto (Conesa, 2006).

Tabla 6*Lista de Chequeo de Identificación de los Impactos Ambientales*

Factor Ambiental		Impactos Generados	Presencia	
Medio	Componente		(-)	(+)
Abiótico	Suelo	Degradación y desestabilización del suelo	-	
		Contaminación del aire por generación de material particulado	-	
	Aire	Emisión de gases invernadero (CO, CO ₂ y Sox)	-	
		Generación de ruido	-	
Biótico	Agua	Contaminación del agua por escorrentía	-	
		Desplazamiento de fauna y disminución de flora	-	
	Fauna y Flora	Pérdida de capacidad receptora de CO ₂ .	-	
Social Económico	Paisaje	Deterioro paisajístico	-	

	Generación de riesgos laborales y enfermedades ocupacionales	-	
Humano			
	Incremento en volúmenes de tráfico pesado	-	
Social			
	Generación de empleo		+
	Generación de insumos para la industria		+
Económico	Reactivación de la economía		+
	Generación de valor agregado al producto original		+

Fuente: Autor (2020)

Nota. Sobre una lista de factor y efectos específica se marcaron las interacciones más relevantes, bien por medio de un signo negativo (-), bien por un signo positivo (+).

Metodología para la Evaluación de Impactos

Teniendo identificadas las etapas y acciones que afectan los factores ambientales, se valoró la magnitud e importancia a cada componente para la EIA mediante la matriz causa-efecto (Leopold).

La matriz causa-efecto es un método cualitativo, preliminar y muy valiosos para valorar las diversas alternativas de un mismo proyecto. Cada cuadrícula de interacción se divide en diagonal, haciendo constar en la parte superior la magnitud, M (extensión del impacto) precedido del signo + o -, según el impacto sea positivo o negativo en una escala del 1 al 10 (asignando el valor 1 a la alteración mínima y el 10 a la máxima). En la parte inferior consta la importancia, I (intensidad o grado de incidencia) también en escala del 1 al 10. Ambas estimaciones se realizan desde un punto de vista subjetivo al no existir criterios de valoración. La sumatoria por filas nos indica las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y, por tanto, su fragilidad ante el proyecto. La suma por columnas nos da una valoración relativa del efecto que cada acción produce en el medio y, por tanto, su agresividad (Conesa, 2006). (Tabla 9 y 10).

Tabla 7

Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales Leopold

Factor Ambiental		Impactos Generados	Fases del Proyecto													Magnitud Importancia	
Medio	Componente		Explotación									Abandono y Restauración					
			Perforación	Apertura Vías de Acceso	Adecuación de Patios de Acopio	Descapote	Voladuras	Disposición Estéril	Trituración	Tamizaje	Cocción	Almacenamiento	Transporte y Comercialización	Estabilidad de Taludes	Recuperación de Cobertura	Adecuación de Instalaciones	Total
Abiótico	Suelo	Degradación y desestabilización del suelo.	-10	-5	-5	-5	-10	-5	-5	-1	-5	-1	-5	-1	-1	-1	-60
		Contaminación del aire por generación de material particulado.	10	5	5	5	10	5	5	1	3	1	5	10	10	10	85
	Aire	Degradación y desestabilización del suelo.	-7	-5	-5	-3	-5	-10	-5	-5	-5	0	-1	-1	-1	-1	-54
		Contaminación del aire por generación de material particulado.	7	5	5	3	10	5	5	5	5	0	1	10	10	10	81
			0	0	0	0	-5	0	-5	-5	-5	0	-1	-1	-1	-1	-24

Biótico	Agua	Emisión de gases invernadero (CO, CO ₂ , Y SO _x).	0	0	0	0	10	0	5	5	5	0	1	10	10	10	56
		Generación de ruido.	-5	0	0	0	-5	0	-5	-5	-5	0	-1	-1	-1	-1	-29
		Contaminación del agua de escorrentía.	5	0	0	0	10	0	10	5	5	0	1	10	10	10	66
		Desplazamiento de fauna y disminución de flora.	-7	0	0	-5	-10	-10	-5	-5	-5	0	-5	-1	-1	-1	-55
		Pérdida de capacidad receptora de CO ₂ .	9	0	0	5	10	5	5	5	3	0	1	10	10	10	73
		Deterioro paisajístico.	-10	0	0	-10	-10	0	-5	0	0	0	-5	-1	-1	-1	-43
		Generación de riesgos laborales y enfermedades ocupacionales.	10	0	0	5	5	0	5	0	0	0	1	10	10	10	56
		Incremento en volúmenes de tráfico pesado.	-10	0	0	-5	-5	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-23
		Generación de empleo.	10	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	10	10	10	50
		Socio Económico	Fauna y Flora	Deterioro paisajístico.	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-1	-1	-1
Generación de riesgos laborales y enfermedades ocupacionales.	5			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70	
Humano	Generación de riesgos laborales y enfermedades ocupacionales.		-10	0	0	-5	-10	-5	-5	-5	-10	-10	0	-1	-1	-1	-63
	Incremento en volúmenes de tráfico pesado.		10	0	0	5	10	5	10	5	10	10	0	10	10	10	95
Social	Incremento en volúmenes de tráfico pesado.		-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	0	0	0	-15
	Generación de empleo.		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	15
Económico	Social	Generación de empleo.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-1	-1	-1	52	
		Generación de insumos para la industria.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	140
		Generación de insumos para la industria.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	

Reactivación de la economía.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	-1	-1	-1	57
Generación de valor agregado al producto original.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	140
	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10
	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10
Total	32	30	30	25	40	20	40	30	46	50	27	94	94	94	

Fuente: Autor (2020)

Tabla 8

Rangos de los Valores de la Magnitud e Importancia para la EIA de Valoración

Rango	Magnitud		Rango	Importancia
	Positivo (+)	Negativo (-)		
Alto	10	10	Alto	10
Medio	5	5	Medio	5
Bajo	1	1	Bajo	1

Fuente: López y Salazar (2016).

Nota. Estos valores fueron asignados en base al estudio “Evaluación de impacto ambiental en la mina artesanal de arcilla, santa cruz en el municipio de Manaure, la Guajira”, en el cuál fue utilizado este método y, realizado por autores citados.

Análisis de Resultados de los Impactos

Analizando los datos de la tabla de la evaluación de impactos se pueden determinar que, los impactos más significativos se producen en los componentes suelo, aire, agua, fauna, flora, paisaje, humanos, social y economía.

En el factor del suelo las acciones de perforación y voladuras fueron las acciones más significativas, recibieron una valoración de intensidad alta del impacto (-10). El nivel de importancia para ambas acciones fue de (10) considerándose muy importante para el indicador propuesto. La ponderación total para este componente fue negativa de (-60) correspondiente a la degradación del suelo natural, cambios en la morfología y topografía y contaminación del suelo y aceleración de los procesos de erosión y sedimentación por el flujo de vehículos.

Para el factor aire, la perforación y disposición de estéril recibieron una valoración de daño medianamente alto (-7) y muy alto (-10)- El nivel de importancia considerado en la fase de perforación muy importante (7) y medio importante (5) en la fase de disposición de estéril. La ponderación total fue negativa de (-54), debido a los altos niveles de ruido, vibraciones por la acción de voladura y los gases generados por explosiones y maquinaria, liberación de material particulado por disposición del material en patios de acopio y transporte.

Para el factor agua, la voladura y disposición de estéril fueron las acciones que generaron mayor intensidad del impacto (-10) y la fase de perforación recibió una valoración de daño medianamente alto (-7) de acuerdo con el indicador propuesto. La ponderación total fue negativa de (-55) corresponde a la contaminación del agua por escorrentía.

Para el factor de fauna, la perforación, descapote y voladura fueron las acciones que generaron impactos más significativos en este componente, valorados como daño muy alto (-10). El nivel de importancia en las fases fue muy importante (10) para perforación y medianamente importante (5) para las fases de descapote y voladura. La ponderación total fue negativa de (-43)

corresponde a la destrucción de hábitat de animales, junto con la constante emisión de ruido y vibraciones que desplazan la fauna del lugar.

En la flora, la perforación, descapote y voladura fueron las acciones más significativas, recibieron una calificación de daño alto (-10) en la fase de excavación y daño medio en la fase de descapote y voladura (-5). El nivel de importancia considerado para ambas acciones fue de (5) considerándose medianamente importante para el indicador, muy importante (10) para la fase de excavación. La ponderación total fue negativa de (-23) debido a los efectos generados a partir de la eliminación de la cubierta vegetal y tala de árboles.

Paisaje, este factor fue valorado como daño medio (-5) en todas las fases y acciones de la actividad minera. El nivel de importancia fue considerado medianamente importante (5). La ponderación total fue negativa de (-58) correspondiente a la alteración de la calidad paisajística e incidencia visual por alteración de los componentes de relieve, fauna y flora.

Humanos, en este factor se consideró como afectación alta (-10) en las fases de perforación, voladura, cocción y almacenamiento. El nivel de importancia fue considerado como muy importante (10) para todas las fases. La ponderación total fue negativa de (-15) debido a los riesgos en la salud humana enfermedades respiratorias y accidentes laborales que se presentan en la manipulación de maquinaria y pólvora.

El factor economía demuestra impactos positivos con un valor medio de intensidad (5+) en todas las acciones de la actividad minera. Sin embargo, en la fase de transporte la contribución en la economía es alta (10+). El nivel de importancia en todas las fases de actividad minera se considera muy importante (10). La ponderación total fue positiva de (140) obedece a que se genera empleo en todas las fases de la actividad, beneficios económicos por la generación el valor agregado del mineral, alquiler de maquinaria y equipos.

Evaluación Económica Ambiental

Afirman Molina, Moso y Torres (2015):

Los bienes y servicios ambientales al no ser comerciables son difíciles de estimar su valor, por lo cual es necesario diseñar métodos que proporcionen una estimación de su costo. Dentro de estos métodos se encuentra el método de valoración indirecto que se basa en la combinación de los bienes ambientales con otros bienes normales y corrientes para producir y generar un flujo de utilidad. Por lo anterior, es posible “analizar como revelan las personas su valoración de dichos bienes ambientales, estudiando su comportamiento en los mercados reales de los bienes con los que están relacionados”.

Valoración de impactos

El método de valoración que pueden determinar el impacto ambiental de la actividad de explotación de caliza en la mina El Pajal del municipio de Tibasosa, teniendo en cuenta que son impactos directos, se considera como el más acorde el relacionado a continuación:

Costes de reposición: Consiste en calcular los costos necesarios para reponer a su estado original todos aquellos activos afectados negativamente por un cambio en la calidad de un recurso natural o ambiental.

Las condiciones físicas del daño paisajístico del sector se ajustan al método basado en costes de reposición, porque se pueden identificar las variables necesarias para determinar el valor de reponer el daño causado y porque el entorno favorece una adaptación a un proceso de reforestación y restauración del paisaje a su estado natural.

De acuerdo con el grado de incidencia se determinaron tres categorías de impactos: alto, medio y bajo. Los impactos negativos fuertes se presentan sobre los componentes ambientales: suelo, agua, flora y paisaje.

Al considerar el componente agua, se tiene en cuenta contaminación de las aguas de escorrentía en la actividad minera por el arrastre de contaminantes y escombros. Este impacto se considera intenso y extenso e irreversible en la mayoría de los casos.

Para el componente suelo se tuvo en cuenta que la alteración de la geomorfología y la topografía es de carácter medianamente irreversible, a causa del incremento de los procesos de erosión, transporte y sedimentación, por consiguiente, pérdida y contaminación del suelo; la compactación del suelo por el tráfico de maquinaria pesada y el transporte, y la contaminación por adición de lubricantes y combustibles. Estos impactos son intensos y extensos, pues abarcan prácticamente la mayor parte del área del proyecto minero, en algunos casos pueden ser inmediatos, permanentes e irreversibles.

Los cambios en el paisaje están asociados a la alteración y disminución de sus componentes naturales en el área de explotación y beneficio. Se forman depresiones y perforaciones donde ocurren deslizamientos, movimientos de masas y formación de nuevos relieves, alteración del color, rotura de la cuenca visual, focalización de la percepción en la mina en detrimento de otros puntos. Los cambios serán intensos, localizados, permanentes e irreversibles en gran parte.

La flora de la zona se encuentra muy afectada por la acción del hombre debido a los impactos que ocurren en las áreas de extracción de la cantera y en las áreas incididas por las escombreras. La flora es destruida en la superficie que ocupa la explotación minera. La gravedad de este impacto depende de la calidad de la vegetación existente. El resurgimiento de la vegetación en el área de explotación exigirá cuidadosos trabajos de rehabilitación. Los impactos serán inmediatos, intensos, recuperables a largo plazo.

En síntesis, el impacto sobre los componentes ambientales se presenta con una magnitud media y abarca todo el medio natural y social. Sus efectos, aunque se enmarcan en el ámbito

estudiado, tienen una influencia directa en otras áreas vecinas. Los cambios se manifiestan inmediatamente desde las primeras etapas de explotación. Los impactos más significativos ocurren en la exploración y extracción. De forma general los impactos son permanentes, alguno de ellos irreversibles. La magnitud de estos exige de un plan de corrección de impactos, que conlleve a minimizar los impactos negativos y potenciar los positivos.

Análisis de costo beneficio

Dentro del análisis de evaluación económica ambiental del proyecto, se hizo una estimación del valor económico de los impactos ambientales que potencialmente genera el proceso de la mina El Pajal, luego de haber relacionado el factor de afectación de los componentes bióticos y abióticos; de esta manera, con el fin de contribuir en la determinación de la viabilidad de este. Dicha valoración se efectuó mediante el método del costo de reposición, para la adecuación de zanjas de coronación, canales perimetrales, piscinas de sedimentación, extendida de suelo, instalación de césped, siembra material vegetal nativo, informes de avance (Tabla 11).

Tabla 9

Costos adecuaciones Frente y Labores de Explotación de Caliza

Obra y/o Medida	Especificaciones Técnicas	Cantidad Promedio	Unidad	Valor Unitario	Número de Frentes	Valor Total
<i>Manejo de Aguas de Escorrentía</i>						
Construcción zanjas de coronación	Sección trapezoidal de 0,7 x 0,5 x 0,5 pendiente del 2% se incluye preparación e instalada	200	MI	\$ 2.500	1	\$ 500.000
Construcción canales perimetrales	Sección trapezoidal de 0,7 x 0,5 x 0,5, pendiente del 2% se incluye preparación e instalada	450	MI	\$ 2.000	1	\$ 900.000

Construcción Piscinas de Sedimentación	Sección cubica de 3x3x3 en tierra	3	mts ³	\$ 250.000	1	\$ 750.000
<i>Revegetación y Control De Erosión</i>						
Extendida de suelo	Suministro e instalación de tierra, espesor de 5 cm.	100	mts ³	\$ 5.000	1	\$ 500.000
Instalación Césped	De 0,60 x 0,60, con intercalación entre césped de 10 cm.	120	Und	\$ 2.000	1	\$ 240.000
Siembra Material Vegetal Nativo	Tamaño de planta de 20 a 30 cm., ahoyado de 0,30 x 0,30m, diámetro de plateo 0,5 m., fertilizante de 400 gr, incluye mantenimiento	100	Und	\$ 7.000	1	\$ 700.000
<i>Control y Seguimiento</i>						
Gestión Social		1	Und	\$ 300.000	1	\$ 300.000
Informes Avances	Son los informes que se entregarán a la Corporación en los cuales se plasman las de actividades o acciones que se realizaron dentro y fuera de la mina para compensar los aspectos físicos, bióticos y sociales	1	Und	\$ 400.000	1	\$ 400.000
Total, Inversiones Ambientales						\$ 4.300.000

Fuente: Autor (2020)

Nota. Los valores de cada elemento se derivaron de los precios actuales promedio en el mercado de los materiales necesarios.

Análisis de Valoración Económica

En primer lugar, se estimó el valor económico de los materiales necesarios para la construcción y adecuación de obras para la compensación de los impactos generados por escorrentía y erosión del suelo.

Luego, se estimó el valor económico establecido en el mercado laboral profesional ambiental de la realización de informes técnicos de cumplimiento de las actividades

redireccionadas a la compensación de los componentes ambientales físicos (bióticos) y sociales; determinando así la viabilidad del proyecto.

Plan de Manejo Ambiental

Una vez establecidas las actividades que se llevaran a cabo en el proceso de explotación y beneficio, abandono y restauración en la mina El Pajal bajo el contrato de concesión No 0908-15, identificando los posibles impactos sobre los componentes ambientales descritos en la tabla 12; se formulan a continuación las acciones, subprogramas y/o mecanismos necesarios para prevenir, controlar, corregir, compensar y/o mitigar los posibles impactos ambientales, definiendo las medidas de manejo, los indicadores que nos permitan cuantificar y cualificar la eficacia de la medida y el sentido de responsabilidad en su respectiva ejecución.

El esquema general de la formulación del Plan de Manejo Ambiental se ha dividido en subprogramas para el manejo de los impactos generados por cada una de las actividades perforación, apertura de vías de acceso, adecuación de patio de almacenamiento del mineral, descapote (suelo materia aluvial), disposición de estéril (escombrera), voladuras, trituración, tamizaje, cocción, almacenamiento, transporte y comercialización, estabilidad de taludes, recuperación de la cobertura vegetal y adecuación de instalaciones. Dentro de estos subprogramas se contempla el manejo de los impactos sobre los componentes ambientales del proyecto: abiótico, biótico, socioeconómico.

Todos los subprogramas se presentan en fichas técnicas, numeradas, con el objetivo que se conviertan en herramientas puntuales y de fácil manejo que contienen la siguiente información:

Objetivos. Plantea los resultados que esperan obtenerse al terminar la ejecución de las acciones que están contempladas dentro del programa.

Justificación y/o Alcance. Define la importancia de la ficha con relación a los impactos generados y el alcance de esta.

Metas. Describe el requisito detallado de desempeño, cuantificable siempre que sea posible y proviene del objetivo.

Indicadores de Medida. Parámetros para medir o calificar los resultados de las metas propuestas, en el periodo de evaluación.

Actividades que Generan el Impacto. Actividades identificadas como susceptibles de producir los impactos que se van a manejar.

Impacto Para Manejar. Se enumeran los impactos ambientales y/o sociales más relevantes esperados, de acuerdo con la evaluación ambiental realizada a la mina el Pajal.

Impacto Directo: Es aquel cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.

Impacto indirecto: Es aquel cuyo efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general a la relación de un factor ambiental con otro.

Impacto acumulativo: Es aquel efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incremento progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.

Impacto <Residual: Es aquel que finalmente se produce una vez llevadas a cabo las medidas correctoras y minimizadoras de un proyecto.

Impacto Positivo: Es aquel, admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actuación contemplada.

Impacto Negativo: Es aquel cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la

contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

Tipos de Medida a Ejecutar. Se establece si el tipo de medida recomendada es de prevención, mitigación, control, corrección o compensación.

Medidas de Prevención. Constituyen el conjunto de medidas, obras o actividades encaminadas a prevenir y controlar los posibles impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad.

Medidas de Mitigación. Constituyen el conjunto de medidas obras o actividades encaminadas a minimizar y atenuar los efectos negativos.

Medidas de Corrección. Conjunto de medidas obras o actividades dirigidas a corregir, reparar o restaurar las condiciones del medio afectado.

Medidas de Compensación. Conjunto de medidas, obras o actividades dirigidas a compensar resarcir o retribuir a las comunidades, las regiones y localidades por los impactos o afectos negativos que no pueden ser evitados, corregidos o satisfactoriamente mitigados.

Medidas de Control. Conjunto de medidas, obras o actividades encaminadas a controlar los posibles impactos o efectos ambientales generados por las actividades del proyecto.

Acciones que Ejecutar. Define los lineamientos o acciones a desarrollar para cada una de las fichas de manejo con el fin de lograr las metas y contrarrestar los efectos ocasionados por la actividad de extracción de caliza. Dentro de estas se incluyen técnicas, métodos y sistemas que se emplearan para el desarrollo de la medida específica de manejo, al igual que las especificaciones técnicas, cálculos, planos y demás elementos de diseño que permitan la ejecución adecuada de la medida específica de manejo.

Etapas de Ejecución. Define la etapa de implementación y ejecución de las medidas descritas y el momento oportuno para su realización.

Lugar de Ejecución. Se refiere a la zona, lugar o área específica en donde se deberá llevar a cabo la acción respectiva previamente definida.

Registro de Cumplimiento. Se refiere a los documentos que evidencian el cumplimiento de cada una de las acciones propuestas en las fichas de manejo.

Responsable de la Ejecución. Registra las organizaciones, compañías o cargos dentro de la empresa sobre las cuales recae la responsabilidad de implementación de la ficha.

Los subprogramas que componen el presente Plan de Manejo se muestran a continuación (Tabla 12).

Tabla 10

Resumen de Programas del Plan de Manejo Ambiental

No.	Programas	Ficha	Subprogramas
1	<i>Gestión social</i>	<i>PMS 1</i>	<i>Vinculación mano de obra</i>
2	<i>Manejo del recurso agua</i>	<i>PMH 2</i>	<i>Manejo de aguas de Escorrentía.</i>
3	<i>Manejo del recurso aire</i>	<i>PME 3</i>	<i>Manejo de material particulado y gases.</i>
4	<i>Manejo de estériles y residuos sólidos</i>	<i>PMR 4</i>	<i>Manejo de estériles y escombros.</i>
5	<i>Manejo de estériles y residuos sólidos</i>	<i>PMR 5</i>	<i>Manejo del suelo</i>
6	<i>Manejo de seguridad industrial</i>	<i>PMSI 6</i>	<i>Salud ocupacional y seguridad industrial</i>

7	<i>Manejo de PMEP 7 ecosistemas y paisaje</i>	<i>Manejo de fauna y flora</i>
8	<i>Manejo de PMEP 8 ecosistemas y paisaje</i>	<i>Manejo paisajístico</i>
9	<i>Programa de cierre, PMAR 9 rehabilitación y recuperación</i>	<i>Abandono y restauración</i>

Fuente: Autor (2020)

Nota. El anexo 2 presenta cada una de las fichas relacionadas en la tabla anterior.

Conclusiones y Recomendaciones

En este apartado se reúnen las conclusiones obtenidas en el desarrollo del presente trabajo aplicado.

Se identificaron los impactos ambientales más significativos que se producen durante la explotación de calizas en la mina El Pajal a partir del reconocimiento e inspección visual de las principales actividades susceptibles de producir impactos (perforación, voladura, procesamiento de la materia prima, almacenamiento y transporte) y su vez el efecto en los componentes del medio (suelo, aire, agua, flora, fauna, paisaje, social y económico). Todas las acciones del proyecto afectan en mayor o menor intensidad a todos los factores del medio. Los impactos más significativos accionan en la etapa principal de explotación y beneficio del mineral; los componentes del medio más afectados son el agua, suelo, flora, paisaje.

Por último y dando cumplimiento al objetivo general, para cada uno de los componentes impactados se proponen medidas para prevenir, controlar, corregir, compensar y/o mitigar sus afectaciones; sin embargo, la matriz Leopold no es objetiva ya que se puede libremente efectuar la propia clasificación en la escala numérica entre 1 y el 10 y no contempla metodología para determinar la magnitud ni la importancia de los impactos identificados.

Los resultados obtenidos en la presente Evaluación de Impacto Ambiental EIA, deberán ser complementado con estudios técnicos más detallados, por lo que la opinión de especialistas no puede ser remplazada por ningún método de evaluación ambiental, se requiere de ellos para darle soporte técnico y consistencia que permita una interpretación de los resultados y tomar decisiones por la organización.

Referencias Bibliográficas

- Abbas, N. (2018). *Explotación de recursos naturales: Definición, tipos y ejemplos*. Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/explotacion-de-recursos-naturales-definicion-tipos-y-ejemplos-1545.html>
- Alcaldía Tibasosa. (2000). *Acuerdo Número 020 de octubre 26 de 2000: Parte Físico-Biótica*. Plan de Ordenamiento Territorial.
- Alcaldía Municipal de Tibasosa. (2017). *Geografía: descripción física*. Recuperado en <http://www.tibasosa-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Asistencia & Monitoreo Ambiental LTDA. (2017). *Reporte de laboratorio análisis material particularado*.
- Asociación Americana de Psicología. (2020). Guía resumen del estilo American Psychological Association (7a. ed.). *NORMASAPA.PRO*
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2004). *Plan de Manejo Ambiental*. ANLA. Recuperado de <http://portal.anla.gov.co/subdireccion-evaluacion-y-seguimiento>
- Arango, J. (2014). *Proyecto de minería de oro la Colosa, identificación ambiental de la zona de explotación y sus Impactos*. Bogotá D.C. Pontifica Universidad Javeriana.
- Arboleda, J. (2008). *Manual Para La Evaluación De Impacto Ambiental De Proyectos, Obras O Actividades*. Recuperado en http://evaluaciondelimpactoambiental.bligoo.com.co/media/users/20/1033390/files/255491/1_Manual_EIA.pdf
- Arias, A. B., Amaya, P. W. y Salamanca, M. (2018). *Criterios de implementación ISO 14001:2015, caso estudio explotación de calizas vereda la carrera del municipio Tibasosa*. Recuperado en <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/23181>
- Ariosa, J. y Diaz, R. (2001). *Modelos de yacimiento minerales: tipologías y aplicaciones*.

Minería y Geología, (2), p. 3.

Asprilla, Y. y Castro, D. (2016). *Los planes de manejo ambiental (PMA): una herramienta de control a los impactos ambientales que generan las instalaciones de redes servicios públicos domiciliarios en Colombia.*

Avellaneda, J.A. (2013). *Aproximación a la historia ambiental de la minería en Boyacá.* Bogotá D.C: Universidad El Bosque.

Ayala, H y Cabrera, M. (2019). *Sentencia T 445 de agosto de 2016: Investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera en los ecosistemas del territorio colombiano.* Colombia: Humboldt. Recuperado en <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/2-diagnostico-actividad-minera-y-explotacin-ilicita-expertos.pdf>

Bello, N. C. (2017). *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.* Recuperado en <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/12010>.

Bifani, P. (1999). *Medio ambiente y desarrollo sostenible.* IEPALA.

Bustillo, M., & López, C. (1996). *Recursos minerales, Tipología, Prospección, Evaluación, Explotación, Mineralurgia, Impacto Ambiental.* Madrid, España: Móstoles.

Calderón, J. Martínez, R y Arrieta, G. (2013). *Métodos de Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia.* Hemeroteca, 4 (2145), 44. Recuperado en <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/990/967>

Cárdenas, G. (2015). *Implementación de medidas de mitigación de impactos ambientales, del área de influencia directa de la mina a cielo abierto San José localizada en el municipio de Paipa (Boyacá).* p.51.

Ciro, L., Quiceno, C. & Puerta, Y. (2018). *Optimización de sistema de lavado y triturado de*

- materia prima (piedra caliza)*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/36271>.
- Conesa, V. (2006). *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*. 3ra edición Editorial Mundi-Prensa Madrid. Vol.1, 416 p.
- Coria, I. (2008). *El estudio de impacto ambiental: características y metodologías*. Invenio, 11 (20), 125-135.
- Corporación Autónoma Regional Boyacá. (2015). *Objetivos corporativos*. Corpoboyacá. Recuperado en <https://www.corpoboyaca.gov.co/la-corporacion/mision-vision-y-objetivos/>
- Contrato de concesión 0908-15. (2015). *Actualización del Plan de Trabajos e Inversiones*.
- Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C. y Garmendia, L. (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Person educación S.A.
- Herrera, J. (2006). *Métodos de minería a cielo abierto*. Universidad Politécnica de Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas.
- López, C. (1996). *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*. IGME. Madrid. p. 426.
- López- Juvinao, D. y Salazar- Morrón, M. (2016). *Evaluación de impacto ambiental en la mina artesanal de arcilla, santa cruz en el municipio de Manaure, la Guajira*. *Revista de investigación*. 4 (2), 77-118. Recuperado en <https://doi.org/10.17081/invinno.4.2.2486>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). *Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación. Plan nacional de restauración de ecosistemas de la república de Colombia*. Recuperado en http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/proyectos_norma/proyectos/080710_proy_plan_nal_restaur_220710.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Manual para la asignación de Compensaciones por pérdida de biodiversidad*. MinAmbiente. Recuperado en https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/gestion_en_biodiversidad/180912_manual_compensaciones.pdf

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2015). *Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental- EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles*. Recuperado en https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/7a-res_751_marz_2015.pdf

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). *Términos de referencia EIA Proyectos de explotación Minera*. MinAmbiente. Recuperado en https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/TdR_MINERIA_%2029_9_2016%20VF_Final%20final%20final%20final-81.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2004). *Glosario técnico minero*. Minenergía. Recuperado en <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>

Ministerio de Minas y Energía. (2009). *Yacimiento mineral*. Minenergía <https://www.minenergia.gov.co/yacimientos-ubicados-en-dos-o-mas-entidades>

Ministerio de Minas y Energía. (2012). *Explotación de materiales de construcción canteras y materiales de arrastre*. Minenergía. Recuperado en <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/169095/EXPLOTACION+DE+MATERIALES.pdf/fc129902-1523-4764-9a05-755e3bb7896e>

Molina, C., Moso, A., Torres, I. (2015). *Estudio para la valoración económica del daño ambiental ocasionado por la actividad alfarera en el sector de Chapinero Alto de la ciudad de Sogamoso*. Tesis. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,

- Sogamoso. *Recuperado en* <http://repositorio.uptc.edu.co/jspui/handle/001/1545>
- Osorio, D. C. (2010). *Análisis de impacto ambiental en la cantera el muelle*. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Pérez, M. (2018). *Análisis multitemporal de la zona de explotación minera cielo abierto en el municipio de Duitama a partir de imágenes Landsat 7 y Sentinel 2A*. *Recuperado en* <http://hdl.handle.net/10654/17633>.
- Reyes, A., Torres, J., Villarraga, L. & Meza, M. (2017). *Valoración del paisaje y evaluación del potencial interpretativo como herramienta para el turismo sostenible en el ecoparque las monjas (La Mesa, Cundinamarca)*. Cuadernos Geográficos. 26(2): 177-194.
- Rojas, D. (2013). *Licencias ambientales en Colombia: límites o autorizaciones para el uso de los recursos naturales*. Tesis de Maestría Biociencias y Derecho, Universidad Nacional de Colombia. 158p.
- Ruberto, A. (2006). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. MUNDI-PRENSA. (2ª ed.).
- Servicio Geológico Colombiano. (2012). *La caliza en Colombia: Geología, recursos, calidad y potencial*. 19p. SGC. *Recuperado en* <https://www2.sgc.gov.co/Publicaciones/Cientificas/NoSeriadadas/Documents/Caliza-en-Colombia-geologia.PDF>
- Universidad Nacional de Colombia. (2010). *Metodología para la Evaluación de Impactos Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia- Sede Bogotá*. *Recuperado en* <http://oga.bogota.unal.edu.co/wp-content/uploads/2016/08/Metodologia-para-la-evaluaci%C3%B3n-de-impactos-ambientales.pdf>
- Unidad de Planeación Minero-Energética (2009). *Marco legal minero*. UPME. *Recuperado en* http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/marco/marco.htm

Vargas, O., Alvarado, E., López, C. y Cisneros, V. (septiembre de 2015). *Plan de manejo de residuos sólidos generados en la Universidad Tecnológica de Salamanca*. ReIbCi, (2), p.

5.

Anexos

Anexo 1

Fichas del Plan de Manejo Ambiental

Este anexo presenta la formulación y diseño de cada una de las fichas ambientales dirigidas al proceso de explotación y beneficio, abandono y restauración en la mina El Pajal, previamente enumeradas y subtituladas.

Ficha No 1

Subprograma Vinculación Mano de Obra

El subprograma plantea las medidas que se deben seguir para la contratación de la mano de obra calificada y no calificada en el área del proyecto, esto con el fin de evitar los posibles conflictos que se puedan presentar con las comunidades.

FICHA N° 1 VINCULACIÓN MANO DE OBRAA3:CA39													
OBJETIVOS: Dar involucrar a la comunidad mediante vinculación laboral en las diferentes actividades desarrolladas durante la ejecución del proyecto.						METAS: Contratar el 80% de la mano de obra calificada y no calificada del área de influencia del proyecto. Evitar conflictos con las comunidades por la actividad de contratación.							
JUSTIFICACIÓN : Dentro de las actividades del proyecto, se hace necesario plantear las medidas que se deben seguir para la contratación de la mano de obra calificada y no calificada en el área del proyecto, esto con el fin de evitar los posibles conflictos que se puedan presentar con las comunidades.													
ETAPA DE EJECUCIÓN													
EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO						ABANDONO Y RESTAURACIÓN							
Disposición de estéril	Apertura de vías de acceso y adecuación de natios de acopio	Descapote, perforación, voladura				Trituración, tamizaje, cocción	Almacenamiento, transporte y comercialización	Estabilidad de taludes	Recuperación de cobertura vegetal	Adecuación de instalaciones			
X	X	X				X	X	X	X	X			
IMPACTO AMBIENTAL													
ASPECTO	TIPO	DIRECTO		INDIRECTO		RESIDUAL		ACUMULATIVO		POSITIVO		NEGATIVO	
		X								X			
	Impacto / Afectación de Recursos												
	Aire	Suelo	Agua	Paisaje	Flora	Fauna	Economico	Socio Cultural					
Generación de riesgos laborales y enfermedades ocupacionales.													
Incremento en volúmenes de tráfico pesado y generación de accidentes.													
Generación de empleo.													
Generación de insumos para la industria.													
Reactivación de la economía.													
Generación de valor agregado al producto original.													
TIPO DE MEDIDA													
PREVENCIÓN	X	CORRECCIÓN		CONTROL	X	MITIGACIÓN	X	COMPENSACIÓN					
ACCIONES A EJECUTAR:													
Brindar todas y cada uno de los derechos que tienen los trabajadores (prestaciones sociales, vacaciones, permisos, entre otras).													
Publicar anualmente las ofertas de empleo para que la comunidad que cumpla con los requisitos se postule.													
Suministrar trimestralmente y solicitar a diario que el personal que labora en la mina haga uso de los equipos y elementos de seguridad industrial, propios de cada labor.													
INDICADORES DE MEDIDA:	Número de trabajadores de mano de obra calificada del área de influencia / Número de trabajadores de mano de obra no calificada.												
REGISTRO DE CUMPLIMIENTO:	Registro de contratación de personal no calificado. Registro de afiliación a entidades de seguridad social. Actas de entrega de dotación personal.												
RESPONSABLE Y LUGAR DE EJECUCIÓN:	Representante legal. Profesional ambiental y social. Área del título minero.												

Fuente: Aurora (2020)

Ficha No 2

Manejo de Aguas de Escorrentía

El subprograma describe controlar el flujo de aguas de escorrentía con el fin de conducir las a la piscina de sedimentación, propone la construcción de cunetas en tierra sobre las terrazas.

FICHA N° 2 MANEJO DE AGUAS DE ESCORRENTÍA												
OBJETIVOS: Controlar las aguas de escorrentía, con el fin de proteger la zona contra procesos erosivos.						METAS: Ejecutar el 100% de las medidas previstas en este programa y que aplican para el proyecto . Adecuar zanjas de coronación a medida que la explotación avance.						
JUSTIFICACIÓN: El presente subprograma busca brindar herramientas para prevenir, minimizar y controlar los impactos que se puedan generar por la explotación minera y aquellas actividades del proyecto por agua de escorrentía.												
ETAPA DE EJECUCIÓN												
EXPLORACIÓN Y BENEFICIO						ABANDONO Y RESTAURACIÓN						
Voladura	Disposición de estéril	Perforación			Estabilidad de taludes			Recuperación de cobertura vegetal		Adecuación de instalaciones		
X	X	X			X							
IMPACTO AMBIENTAL												
ASPECTO	TIPO	DIRECTO	INDIRECTO	RESIDUAL	X	ACUMULATIVO	X	POSITIVO	NEGATIVO			
	Impacto / Afectación de Recursos											
	Aire	Suelo	Agua	Paisaje	Flora	Fauna	Economico	Socio Cultural				
Contaminación del agua de escorrentía.												
TIPO DE MEDIDA												
PREVENCIÓN	X	CORRECCIÓN		CONTROL	X	MITIGACIÓN	X	COMPENSACIÓN				
ACCIONES A EJECUTAR:												
Construir canales al paso de avance de la explotación para la conducción de aguas de escorrentía, de tal forma que esta acción no realice alteraciones al suelo; sus dimensiones deben ser superficiales.												
Realizar anualmente la siembra de especies colonizadoras que permitirán la creación o regeneración de la capa vegetal, cuidado y mantenimiento de las ya sembradas.												
Realizar anualmente la adecuación y mantenimiento de pozo de alcantarillado para la evacuación de las aguas escorrentías.												
Realizar anualmente cierre, limpieza y adecuación de reservorio artificial, pozo de sedimentación.												
INDICADORES DE MEDIDA:	Obras de control de escorrentía construidas/obras de control de escorrentía proyectadas. Áreas revegetalizadas / áreas intervenidas sujetas a revegetalización. Número de mantenimientos de estructuras (cunetas desarenadores) ejecutados/ número de mantenimientos de estructuras programados.											
REGISTRO DE CUMPLIMIENTO:	Registro de Cumplimiento Ambiental, Registro fotográfico.											
RESPONSABLE Y LUGAR DE EJECUCIÓN:	Representante legal, Coordinador ambiental, Encargado del área ambiental. Mina El Pajal.											

Fuente: Autora (2020)

Ficha No 3

Manejo de Material Particulado y Gases

Para el manejo ambiental del PM10 y gases se describe de manera general el manejo en los hornos, el transporte, la adecuación de vías, la operación de maquinaria y la manipulación del mineral en los patios de acopio.

FICHA N° 3 MANEJO DE MATERIAL PARTICULADO Y GASES											
OBJETIVOS: Reducir el impacto sobre el componente atmosférico resultante de las labores de explotación y beneficio; Controlar la emisión de gases al aire generada por el tránsito de vehículos utilizados para el transporte del material.						METAS: Ejecutar el 100% de las medidas previstas en este programa y que aplican para el proyecto. Mantener los estándares de calidad del aire y de ruido dentro de los parámetros permisibles de la norma. Mantener los niveles de ruido y del aire en condiciones normales del área.					
JUSTIFICACIÓN : Deterioro del aire por generación de material particulado, e misión de gases, generación de ruido. Este impacto se origina principalmente en la adecuación de vías, cargue y transporte del mineral. También se produce por la operación de maquinaria, por la manipulación del mineral o por la acción del viento sobre las pilas del mineral en los patios de acopio; así mismo, en el proceso de beneficio del mineral.											
ETAPA DE EJECUCION											
EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO						ABANDONO Y RESTAURACIÓN					
Transporte	Disposición de estéril	Perforación	Estabilidad de taludes	Recuperación de cobertura vegetal	Adecuación de instalaciones						
X	X	X									
IMPACTO AMBIENTAL											
ASPECTO	TIPO	DIRECTO	X	INDIRECTO	RESIDUAL	ACUMULATIVO	POSITIVO	NEGATIVO	X		
	Impacto / Afectación de Recursos										
	Aire	Suelo	Agua	Paisaje	Flora	Fauna	Economico	Socio Cultural			
Afectación de la calidad del aire											
Afectación Visibilidad											
Deterioro de Paisaje											
Afectación a la calidad del agua											
Efectos Sobre la Salud Humana											
TIPO DE MEDIDA											
PREVENCIÓN	X	CORRECCIÓN		CONTROL	X	MITIGACIÓN	X	COMPENSACIÓN			
ACCIONES A EJECUTAR:											
Realizar trámite de permiso de emisiones atmosféricas											
Plantar vegetación anualmente											
Realizar mantenimiento continuo de las vías de acceso											
Capacitar anualmente a los conductores en la regulación de la velocidad de circulación de vehículos											
Mantener en época de verano húmedas las vías en las etapas de transporte del material											
Realizar anualmente el mantenimiento de las barreras rompe vientos											
Realizar el monitoreo continuo de material particulado y emisión de gases.											
Implementar a diario el uso obligatorio de la cubierta del material extraído una vez se termina de cargar el vehículo de carga.											
INDICADORES DE MEDIDA:		Valor parámetros evaluados ≤ valor parámetros permisibles según la normatividad vigente. Número de monitoreos realizados/ Número de monitoreos requeridos. Resultados de los monitoreos de aire y ruido realizados deben estar dentro de los valores permitidos por la norma para el área.									
REGISTRO DE CUMPLIMIENTO:		Registro fotográfico; Informe de calidad del aire; Informe de presión sonora; Registro de Entrada y Salida de Vehículos.									
RESPONSABLE Y LUGAR DE EJECUCIÓN:		Supervisor de la explotación, Coordinador ambiental, Representante Legal. Planta de beneficio, vías de acceso.									

Fuente: Autora (2020)

Ficha No 4

Manejo de Estéril y Escombros

El subprograma propone el buen manejo y control de sitios de almacenamiento de estéril y utilizarlo en el proceso de reconfiguración morfológica de las áreas intervenidas del proyecto.

FICHA N° 4 MANEJO DE ESTERILES Y ESCOMBROS

<p>OBJETIVOS: Prevenir o mitigar la contaminación del suelo, el deterioro del paisaje y el deterioro de la calidad del aire. Prevenir la contaminación de aguas de escorrentía. Disposición controlada técnica y ambientalmente del material estéril y residuos obtenidos de beneficio. Aislamiento de botaderos con pantallas visuales y cercas vivas.</p>	<p>METAS: Cumplir con las medidas planteadas para el manejo y control de sitios de almacenamiento.</p>
--	---

JUSTIFICACIÓN :
Modificación de las propiedades físico-químicas del suelo, contaminación de aguas de escorrentía, modificación del paisaje o alteración del paisaje, alteración de la calidad del aire por concentración de material particulado y emisión de gases de combustión.

ETAPA DE EJECUCIÓN							
EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO				ABANDONO Y RESTAURACIÓN			
Adecuación patios de acopio	Apertura de vías de acceso	Perforación	Disposición de estériles	Transporte	Estabilidad de taludes	Recuperación de cobertura vegetal	Adecuación de instalaciones
X	X	X	X	X			

IMPACTO AMBIENTAL													
ASPECTO	TIPO	DIRECTO	X	INDIRECTO		RESIDUAL		ACUMULATIVO		POSITIVO		NEGATIVO	X
	Impacto / Afectación de Recursos												
	Aire	Suelo	Agua	Paisaje	Flora	Fauna	Economico	Socio Cultural					
Afectación Calidad de Aire													
Deterioro de Paisaje													
Remoción y pérdida de cobertura vegetal													
Afectación al agua por escorrentía													
Modificación de Relieve													

TIPO DE MEDIDA													
PREVENCIÓN	X	CORRECCIÓN		CONTROL	X	MITIGACIÓN	X	COMPENSACIÓN					

ACCIONES A EJECUTAR:

El estéril producido será almacenado temporalmente en pilas pequeñas y utilizarlos en el proceso de reconformación morfológica de las áreas intervenidas del proyecto.
Realizar mantenimiento anual de los botaderos y control de la disposición de estériles de acuerdo al diseño establecido.

INDICADORES DE MEDIDA:	Número de medidas implementadas/Número de medidas que debían ser implementadas
REGISTRO DE CUMPLIMIENTO:	Registro fotográfico.
RESPONSABLE Y LUGAR DE EJECUCIÓN:	Director de Planta Supervisor de la Planta Coordinador ambiental de la Planta Grupo ambiental, social, interventoría. Área de labores de explotación, patio de acopio y estéril.

Fuente: Autora (2020)

Ficha No 5

Manejo del Suelo

El subprograma describe como medida de mitigación que el volumen de material que se ha removido se ubique en la parte alta y se deposite hasta que llegue a un punto apropiado de amortiguación, de tal manera que cuando llueva no contamine el agua por escorrentía.

FICHA N° 5 MANEJO DEL SUELO

OBJETIVOS:

Mitigar y recuperar la pérdida de suelo, con el objeto de establecer condiciones adecuadas de carácter físico, químico y biológico, para la recuperación de flora y fauna.

METAS: Ejecutar el 100% de las medidas previstas en este programa y que aplican para el proyecto. Rediseñar zona de almacenamiento con una amortización que evite pendientes; los grados de inclinación se determinarán de acuerdo con los metros de suelo removido y avance de la explotación. Implementar manejo y disposición del descapote. Mantener las vías de acceso al área del proyecto, así como las vías internas de la misma, en óptimas condiciones.

JUSTIFICACIÓN :

El avance de la explotación, el tránsito permanente de los vehículos que transportan el material hacia la área de procesos y el material procesado hacia los frentes de obra y las aguas de escorrentía, puede ocasionar degradación y desestabilización del suelo; al mismo tiempo, deterioro en las vías de acceso a la mina El Pajal. Por lo anterior se hace necesario plantear una serie de medidas a implementar para evitar y disminuir el deterioro del suelo.

ETAPA DE EJECUCIÓN

EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO			ABANDONO Y RESTAURACIÓN				
Disposición de estériles	Apertura vías de acceso y patios de acopio	Voladura	Perforación y descapote	Transporte	Estabilidad de taludes	Recuperación de cobertura vegetal	Adecuación de instalaciones
X	X	X	X	X			

IMPACTO AMBIENTAL

ASPECTO	TIPO		DIRECTO		INDIRECTO		RESIDUAL		ACUMULATIVO		POSITIVO		NEGATIVO	
		X		X		X		X		X		X		X
	Impacto / Afectación de Recursos													
	Aire	Suelo	Agua	Paisaje	Flora	Fauna	Economico	Socio Cultural						
Erosión del suelo														
Contaminación del suelo														
Erosión Acelerada														
Hundimiento del terreno														
Deslizamientos														
Destabilización de Taludes														

TIPO DE MEDIDA

PREVENCIÓN	X	CORRECCIÓN	X	CONTROL		MITIGACIÓN	X	COMPENSACIÓN	
------------	---	------------	---	---------	--	------------	---	--------------	--

ACCIONES A EJECUTAR:

Adecuar zona de almacenamiento: con el fin que el volumen de material que se ha removido se ubique en la parte alta y se deposite hasta que llegue a un punto apropiado de amortiguación.

Implementar manejo y disposición del descapote: en este proceso se tendrá cuidado con la conservación de la estructura física del suelo removido, en búsqueda de la mejor forma de no contaminar el material orgánico.

INDICADORES DE MEDIDA:	Número de medidas implementadas/Número de medidas que debían ser implementadas
REGISTRO DE CUMPLIMIENTO:	Informe de Cumplimiento Ambiental (ICA)
RESPONSABLE Y LUGAR DE EJECUCIÓN:	Supervisor de la explotación. Áreas afectadas indirectamente por fenómenos físicos.

Fuente: Autora (2020)

Ficha No 6

Salud Ocupacional y Seguridad Industrial

El subprograma establece las garantías para con los trabajadores, seguridad y bienestar teniendo en cuenta que las labores de explotación minera están consideradas como de alto riesgo.

FICHA N° 6 SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL												
OBJETIVOS: Garantizar a los trabajadores las condiciones de trabajo adecuadas, que brinden seguridad y bienestar teniendo en cuenta que las labores de explotación minera están consideradas como de alto riesgo; Dotar de elementos de seguridad y protección a cada uno de los trabajadores; Suministrar equipos y herramientas confiables para el desarrollo del proyecto; Dar a los trabajadores mineros confianza y seguridad en cada una de las actividades desarrolladas.						METAS: Ningún requerimiento de parte de las entidades. Prevenir y evitar accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. Tener el 100% del Personal afiliado a EPS,ARL y Fondo de pensiones. Implementar el 100% de las actividades.						
JUSTIFICACIÓN : El alcance de este subprograma se extiende al ambiente laboral del personal de la mina El Pajal.												
ETAPA DE EJECUCIÓN												
EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO						ABANDONO Y RESTAURACIÓN						
Disposición de estéril	Apertura de Vías de acceso y adecuación de patios de acopio		Descapote, perforación, voladura		Trituración, tamizaje, cocción	Almacenamiento, transporte y comercialización	Estabilidad de taludes	Recuperación de cobertura vegetal		Adecuación de instalaciones		
IMPACTO AMBIENTAL												
ASPECTO	TIPO	DIRECTO	X	INDIRECTO		RESIDUAL		ACUMULATIVO		POSITIVO	X	NEGATIVO
	Impacto / Afectación de Recursos											
		Aire	Suelo	Agua	Paisaje	Flora	Fauna	Economico	Socio Cultural			
Efectos Sobre la Salud Humana												
Informar de los lugares de riesgo e influencia del proyecto												
TIPO DE MEDIDA												
PREVENCIÓN	X	CORECCIÓN	X	CONTROL	X	MITIGACIÓN	X	COMPENSACIÓN				
ACCIONES A EJECUTAR:												
Capacitar trimestralmente al personal en el uso de los equipos de seguridad.												
Exigir diariamente a los contratistas del uso de elementos y equipos de seguridad para el personal que labora en la mina.												
Suministrar trimestralmente equipos y herramientas adecuadas.												
Señalizar las labores mineras y de beneficio.												
Despejar y realizar cada tres meses mantenimiento del área de trabajo.												
INDICADORES DE MEDIDA:	Número total de accidentes de trabajo en el mes x K/Número horas hombre trabajadas. Número de personas con enfermedades profesionales causadas / Número de empleados durante el periodo. Número de personas afiliadas/Números de personas contratadas.											
REGISTRO DE CUMPLIMIENTO:	Registros uso de elementos de protección personal. Formatos diligenciados: afiliaciones, entrega de elementos de protección personal, entre Informes de inspecciones, procedimientos de trabajo seguro, índices de accidentalidad, ausentismo, etc. Estadísticas de accidentalidad, enfermedades profesionales, ausentismo y letalidad. Actas de capacitación. Formatos de firmas de participantes.											
RESPONSABLE Y LUGAR DE EJECUCIÓN:	Representante legal. Coordinador SISO. Todo el personal. Mina El Pajal .											

Fuente: Autora (2020)

Ficha No 7

Manejo de Fauna y Flora

El subprograma establece medidas de manejo de reforestación y compensación para minimizar la afectación de suelos, disminución de la calidad paisajística, entre otros.

FICHA N° 7 MANEJO DE FAUNA Y FLORA

OBJETIVOS:
 Proteger, recuperar y conservar especies de flora y fauna existentes en el área que por influencia directa o indirecta del proyecto fueron afectadas negativamente; Proteger hábitats, zonas de refugio, corredores faunísticos y bancos de alimentación para la fauna local; Crear condiciones especiales para atraer diferentes especies faunísticas.

METAS: Conservar en condiciones óptimas el 80% de la cobertura vegetal proveniente del descapote, que será reutilizada.
 Realizar el manejo silvicultural únicamente a los individuos autorizados.

JUSTIFICACIÓN :
 La afectación de la cobertura vegetal causa el desplazamiento de las comunidades hacia otros sectores menos intervenidos. Adicionalmente, el ruido generado por la operación de la maquinaria genera la dispersión de las poblaciones, disminuyendo así la abundancia de las mismas. Por lo tanto, es necesario aplicar medidas de manejo para fauna antes y durante la actividad de explotación de mineral. Se relaciona la siguiente ficha con el fin de establecer medidas de manejo para minimizar los y afectación de suelos, disminución de la calidad paisajística, entre otros.

ETAPA DE EJECUCIÓN

EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO			ABANDONO Y RESTAURACIÓN				
Adecuación patios de acopio y vías de acceso	Voladura	Disposición estéril	Perforación y descapote	Transporte	Estabilidad de Taludes	Recuperación de Cobertura vegetal	Adecuación de Instalaciones
X	X	X	X	X			

IMPACTO AMBIENTAL

ASPECTO	TIPO		DIRECTO	X	INDIRECTO	RESIDUAL	ACUMULATIVO	POSITIVO	NEGATIVO	X
	Impacto / Afectación de Recursos									
	Aire	Suelo	Agua	Paisaje	Flora	Fauna	Economico	Socio Cultural		
Afectación de comunidades faunísticas										
Remoción y pérdida de cobertura vegetal										
Modificación de Relieve										

TIPO DE MEDIDA

PREVENCIÓN	X	CORRECCIÓN	X	CONTROL	X	MITIGACIÓN	X	COMPENSACIÓN		
------------	---	------------	---	---------	---	------------	---	--------------	--	--

ACCIONES A EJECUTAR:

Realizar mantenimiento anual de las zonas de reforestación y compensación
 Desarrollar anualmente labores de mantenimiento de los arbustos que controlan la contaminación atmosférica
 Desarrollar anualmente labores de mantenimiento de las barreras de eucalipto de protección visuales.

INDICADORES DE MEDIDA:	Área de cobertura vegetal recuperada / Área de cobertura vegetal intervenida Volumen de cobertura vegetal conservada / Volumen de cobertura vegetal removida Número de árboles talados / Número de árboles autorizados. Número de individuos afectados / Número de individuos reportados.
REGISTRO DE CUMPLIMIENTO:	Registro fotográfico. Informe de Cumplimiento Ambiental.
RESPONSABLE Y LUGAR DE EJECUCIÓN:	Representante legal y Profesional ambiental. Mina El Pajal, área del proyecto.

Fuente: Autora (2020)

Ficha No 8

Manejo Paisajístico

El subprograma propone en su condición final un cambio morfológico en las 4 terrazas con barrera viva de eucaliptos y arbustos ornamentales. Así mismo la adecuación paisajística de un perfil topográfico con el afloramiento del yacimiento con el fin de disminuir el impacto del talud.

FICHA N° 8 MANEJO PAISAJISTICO

OBJETIVOS:

Minimizar los efectos negativos por pérdida geomorfológica causada durante las diferentes etapas del proyecto minero; Evitar un efecto acumulativo de pérdida del paisaje y factores morfológicos; Integrar la actividad minera con el entorno paisajístico; Proteger las especies de flora y fauna.

METAS: Recuperar el 100% de las áreas intervenidas por el proyecto, mediante cobertura vegetal.

JUSTIFICACIÓN:

La afectación sobre la cobertura existente causa impactos principalmente desde el punto de vista paisajístico y de calidad visual, por esta razón, las zonas intervenidas serán recuperadas para obtener iguales o mejores condiciones a las inicialmente encontradas. La intervención de individuos arbóreos, son los eucaliptos presentes en la plantación dentro del área del proyecto, no se presenta cobertura de bosques; la revegetalización estará orientada a la recuperación de las áreas cubiertas por pastos.

ETAPA DE EJECUCIÓN

EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO			ABANDONO Y RESTAURACIÓN				
Disposición de estériles	Apertura de vías de acceso y adecuación de patios de acopio	Descapote	Perforación y voladuras	Transporte	Estabilidad de taludes	Recuperación de cobertura vegetal	Adecuación de instalaciones
X	X	X	X	X	X	X	X

IMPACTO AMBIENTAL

ASPECTO	TIPO	DIRECTO	X	INDIRECTO	RESIDUAL	ACUMULATIVO	POSITIVO	NEGATIVO	X
	Impacto / Afectación de Recursos								
	Aire	Suelo	Agua	Paisaje	Flora	Fauna	Economico	Socio Cultural	
Modificación de Relieve									
Deslizamientos									
Hundimiento del terreno									
Deterioro de Paisaje									
Remoción y pérdida de cobertura vegetal									
Erosión Acelerada									

TIPO DE MEDIDA

PREVENCIÓN	X	CORRECCIÓN	X	CONTROL	X	MITIGACIÓN	X	COMPENSACIÓN	X
------------	---	------------	---	---------	---	------------	---	--------------	---

ACCIONES A EJECUTAR:

Adecuar el área paisajísticamente de un perfil topográfico con el afloramiento del yacimiento con el fin de disminuir el impacto del talud.

Realizar anualmente mantenimiento de barreras vivas de eucalipto en las zonas acondicionadas para el almacenamiento del material.

Realizar anualmente el mantenimiento de barreras vivas de arbustos para la protección del botadero.

INDICADORES DE MEDIDA:	Área (m2) restaurada/Área (m2) intervenida. Número de actividades de mantenimiento ejecutadas/Número de actividades de mantenimiento programadas.
REGISTRO DE CUMPLIMIENTO:	Registro fotográfico. Actas de recibo de áreas recuperadas y/o reforestadas. Informes de Interventoría. Planillas de registro de actividades de mantenimiento realizadas.
RESPONSABLE Y LUGAR DE EJECUCIÓN:	Representante legal, Supervisor de la explotación, Coordinador ambiental. Mina El Pajal, área del proyecto.

Fuente: Autora (2020)

Ficha No 9

Cierre, Rehabilitación y Recuperación

El subprograma propone áreas a revegetalizar son el talud final de trabajo que será cubierto con una capa de empedrado utilizando cespedón en la cresta y el pie del talud.

FICHA N° 9 ABANDONO Y RESTAURACIÓN

OBJETIVOS: Adelantar las labores necesarias para dejar las zonas utilizadas en iguales o mejores condiciones de las existentes antes de la instalación de la mina El Pajal. **METAS:** Recuperar 100% el área intervenida. Ejecutar el 100% de las medidas previstas en este programa.

JUSTIFICACIÓN :

Al terminar las actividades y realizar el desmonte de las instalaciones, el terreno utilizado deberá ser restaurado ambientalmente para mitigar el impacto generado al paisaje.

ETAPA DE EJECUCIÓN

EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO			ABANDONO Y RESTAURACIÓN				
Adecuación patios de acopio y vías de acceso	Voladura	Disposición estéril	Perforación y descapote	Transporte	Estabilidad de Taludes	Recuperación de Cobertura vegetal	Adecuación de Instalaciones
				X	X	X	X

IMPACTO AMBIENTAL

ASPECTO	TIPO		DIRECTO		INDIRECTO		RESIDUAL		ACUMULATIVO		POSITIVO		NEGATIVO	
	Impacto / Afectación de Recursos													
	Aire	Suelo	Agua	Paisaje	Flora	Fauna	Economico	Socio Cultural						
Alteración del paisaje				X										
Contaminación del suelo		X												
Pérdida de cobertura vegetal y habitats														
Contaminación del agua de escorre														

TIPO DE MEDIDA

PREVENCIÓN	X	CORRECCIÓN	X	CONTROL	X	MITIGACIÓN	X	COMPENSACIÓN	X
------------	---	------------	---	---------	---	------------	---	--------------	---

ACCIONES A EJECUTAR:

Se deberán implementar las medidas para la recuperación del área en el programa 8. Manejo paisajístico.
 Para el desmantelamiento de la infraestructura construida en concreto, se recomienda realizar un cerramiento con polisombra de 2 metros de altura para prevenir la generación de
 Revegetalizar el talud final de trabajo que será cubierto con una capa de empedradización utilizando cespedón en la cresta y el pie del talud.
 Todas aquellas obras de infraestructura o redes de servicio usadas deberán ser desmontadas, en caso de no ser solicitadas por el propietario del predio.

INDICADORES DE MEDIDA: Área (m2) recuperada/ Área (m2) intervenida
 Número de actividades ejecutadas/ Número de actividades planteadas

REGISTRO DE CUMPLIMIENTO: Registro fotográfico.
 Actas de recibo del predio por parte del o los dueños de los predios y los operadores de la planta.

RESPONSABLE Y LUGAR DE EJECUCIÓN: Director de la Planta, Coordinador ambiental, Interventoría. Mina El Pajal, área del proyecto.

Fuente: Autora (2020)

Anexo 2

Recursos disponibles y Presupuesto

Actividad	Recurso	Descripción	Agosto	Septi embre	Octu bre	Novi embre	Presu puesto
Reconocimiento del área mina El pajal municipio Tibasosa departamento Boyacá.	Equipo Humano	Leidy Malagón responsable de las actividades del proyecto.	×				N/A
Recopilación de información aplicando entrevistas	Equipos y Software	Uso de computador propio para la elaboración del documento del Plan de Manejo	×				\$ 300.000

personales a Ambienta en
los vecinos general. Por tanto,
del lugar de la exigirá consumo de
mina y al luz e internet para la
representante recopilación de
legal de la información de las
misma, diferentes
consultas de plataformas digitales
internet y/o requeridas.
bibliográficas

Visita	Viajes y	Visita técnica					\$
técnica al	Salidas de	a planta del proyecto					80.000
proyecto	Campo	minero una vez al	×	×	×		
minero		mes.					
Identif	Material	Papelería					\$
icación y	es y suministros	impresa		×	×		100.000

evaluación de
los impactos
bióticos,
abióticos y
socioeconómicos

Actualización del
Plan de
Manejo
Ambiental.

×

×

TOTAL

\$480.000

Fuente: Autora (2020)