



**ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS  
UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO**



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA  
AMBIENTAL PARA LA EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA DE HIERRO EN LA MINA PERICOS,  
UBICADA EN LA VEREDA LA TRINIDAD MUNICIPIO DE GUASCA, CUNDINAMARCA**

**Contrato de Concesión GJ4-081**

**Capítulo 0. Resumen Ejecutivo**



Bogotá D.C., enero de 2019

## 0. RESUMEN EJECUTIVO

### Contenido

0. RESUMEN .....	1
0.1. GENERALIDADES.....	3
0.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	3
0.3. ÁREA DE INFLUENCIA .....	5
0.4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA .....	7
<i>Medio Abiótico</i> .....	7
<i>Medio Biótico</i> .....	9
<i>Medio Socioeconómico</i> .....	10
<i>Servicios Ecosistémicos</i> .....	11
0.5. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL .....	11
0.6. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES .....	15
0.7. EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	17
<i>Síntesis Evaluación de Impactos para el escenario SIN proyecto</i> .....	17
<i>Síntesis Evaluación de Impactos para el escenario CON proyecto</i> .....	18
<i>Zonificación de Impactos</i> .....	18
<i>Evaluación Económica Ambiental</i> .....	19
0.8. ZONIFICACIÓN DE MANEJO.....	21
0.9. PLANES Y PROGRAMAS.....	22
<i>Plan de Manejo Ambiental</i> .....	22
<i>Plan de Seguimiento y Monitoreo</i> .....	23
<i>Plan de Gestión de Riesgos</i> .....	24
<i>Plan de Cierre</i> .....	24
<i>Plan de Compensaciones Bióticas</i> .....	25

### Lista de Tablas

Tabla 0.1. Costos de operación estimados .....	5
Tabla 0.2. Calificación de sensibilidad por el medio .....	12
Tabla 0.3. Zonificación de impactos del área de influencia.....	19
Tabla 0.4. Valoración económica ambiental correspondiente a Gastos de prevención, restauración y reemplazo .....	20
Tabla 0.5. Análisis de Relación costo Beneficio.....	20
Tabla 0.6. Zonificación de manejo del área de influencia .....	21
Tabla 0.7. Programas contenidos en el Plan de Manejo Ambiental.....	23

## Lista de Figuras

Figura 0.1. Localización general mina pericos .....	4
Figura 0.2. Área de influencia preliminar del proyecto .....	6
Figura 0.3. Área de influencia definitiva del proyecto.....	7
Figura 0.4. Distribución porcentual de la zonificación ambiental .....	15
Figura 0.5. Zonificación de impactos del área de influencia .....	22

## **0.1. GENERALIDADES**

Con el propósito de la reapertura del sector explotación Pericos yacimiento de mineral de hierro. Localizado en el Municipio de Guasca Cundinamarca, en la vereda La Trinidad sector Pericos, se presenta la modificación de la licencia ambiental para la mina Pericos (Expediente 021) aprobado por CORPOGUAVIO mediante resolución 315 del 26 de diciembre de 1997. El mencionado sector de explotación se ha venido desarrollando a cielo abierto hasta el año 2016, año en que la autoridad ambiental competente (CORPOGUAVIO) pone medida temporal de cierre a la mina por realizar explotación por arriba de los 3100 m s.n.m. Razón por la cual el señor Benjamín Gómez Santos y la señora Loyla Lily Gómez Santos Gómez (personas actuales del título minero), optan por cambiar el método de explotación de hierro de cielo abierto a subterránea, solicitando así en el año 2015, ante la autoridad ambiental, la modificación de la licencia ambiental, la cual requiere de la presentación de la evaluación de impacto ambiental para su respectivo trámite.

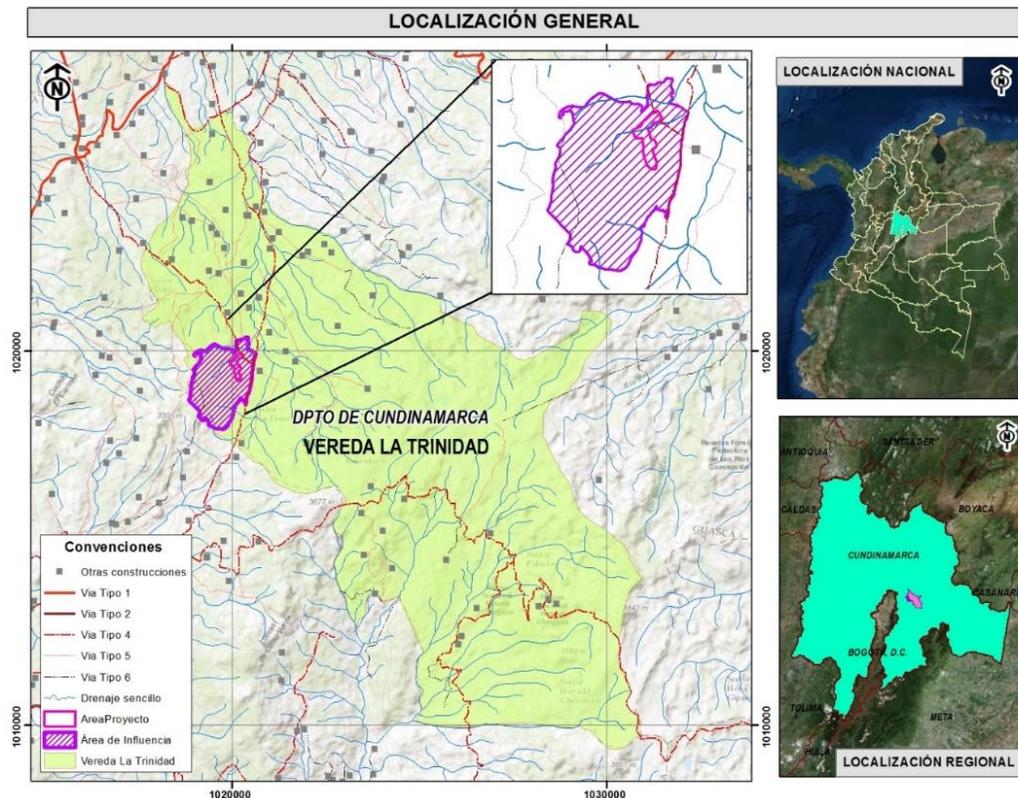
Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea como objetivo generar el documento para la modificación de la licencia ambiental para la explotación subterránea de hierro en la mina pericos, dando cumplimiento a los términos de referencia y a la metodología de estudios ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible para proyectos mineros.

## **0.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Este proyecto está catalogado como de mediana minería, y se plantean cuatro fases de operación, Preparación, explotación, cierre, desmantelamiento y abandono y la fase de postcierre, en las cuales están enmarcadas las actividades a desarrollar y se presenta el equipamiento requerido para la operación de la mina.

Este proyecto inicialmente fue explotado a cielo abierto por el Instituto de Fomento Industrial –IFI, la actual explotación en la mina se realizará de forma subterránea, en donde se realizarán actividades de perforación, voladura, extracción del material y transporte. Para el desarrollo de estas actividades se requerirá de la instalación de infraestructuras tales como polvorín, zonas de acopio del material estéril y de material de hierro, áreas de mantenimiento de maquinaria, zonas de acopio de aceites y residuos peligrosos, entre otros. En cuanto a áreas administrativas estas serán las mismas que están siendo usadas en la explotación a cielo abierto, así como vías, campamentos, equipos sanitarios, entre otros. Estas últimas pasaran por un proceso de mantenimiento ya que llevan dos años desde su última operación.

Figura 0.1. Localización general mina pericos



Fuente: Autores

Las actividades mineras incluyen: preparación – construcción y montaje, explotación – arranque y almacenamiento, explotación – beneficio y transformación, y cierre – desmantelamiento y abandono.

Para la preparación de mina, como ya se mencionó anteriormente se requerirá nuevas instalaciones y mantenimiento de las antiguas. Con el fin de realizar una correcta operación de la mina. El método de explotación a utilizar será por cámara y pilares, que consiste en el arranque del mineral, almacenamiento, beneficio y transformación, se debe realizar con el siguiente ciclo de producción: 1. Perforación del frente 1 (se realizara por método de perforación y voladura el cual consta de hacer un diseño de taludes internos para ejecutar la perforación), 2. Tacado retacado, voladura, descargue (se hará directamente en el frente donde se ha efectuado la voladura con ayuda de cargadores de baja capacidad), limpieza del descargue del frente 1 y perforación del frente 2, 3. Perforación del frente y tacado, retacado, voladura, descargue, desabombe y limpieza del frente 2. En este estará el transporte del material a los centros de acopio temporales ya establecidos, esto a través de volquetas de doble troque. Para la etapa de cierre y desmantelamiento de la mina, se realizará un llenado de los túneles con material estéril, de igual forma se hará un desmonte de las vías internas, de la infraestructura y zonas de acopio.

Como medidas de recuperación se ejecutará una reforestación en el área de explotación.

### ***Producción y costos del proyecto***

En la Tabla 0.1 se encuentran los costos totales estimados asociados a las fases de adecuación, explotación, cierre y pos cierre de la Mina de Hierro Pericos. Inicialmente se presentan los costos de extracción del mineral de hierro, luego los costos de beneficio, se continúa con los costos de restauración, manejo y disposición de estériles y finalmente se relacionan los costos de los programas de cierre y pos cierre de la mina.

Tabla 0.1. Costos de operación estimados

<b>Concepto</b>	<b>Costo</b>
Cto. Extracción	\$ 16,419,407,732
Cto. De beneficio	\$ 53,563,728,088
Cto. De Restauración	\$ 11,717,455,600
Cto. manejo y disposición de estériles	\$ 0
Cto. Programa de Cierre	\$ 1,435,698,300
Cto. Programa de Pos cierre	\$ 49,625,578
<b>Total</b>	<b>\$ 83,185,915,298</b>

Fuente: Autores

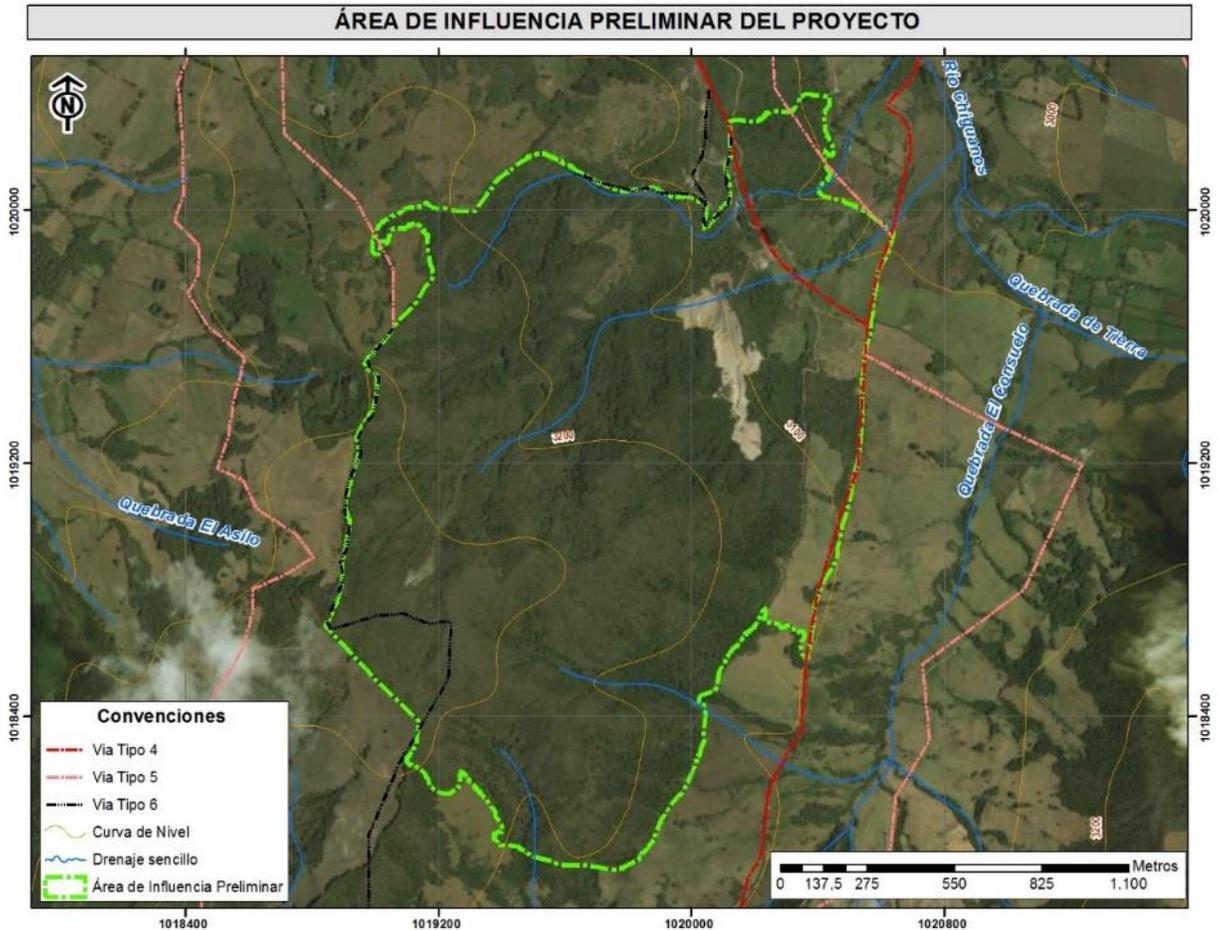
Para calcular los costos anteriores, fue necesario estimar los costos de mano de obra directa, mano de obra indirecta, maquinaria, adecuación en la infraestructura e insumos para cada una de las voladuras.

### **0.3. ÁREA DE INFLUENCIA**

Se determinó inicialmente el área de influencia preliminar, para cada medio ambiental y posteriormente las áreas de influencia definitiva. Para la definición de las áreas de influencia preliminares se tuvo en cuenta los impactos identificados en el Plan de Manejo Ambiental previo presentado a CORPOGUAVIO en el 2008 y con base en estas áreas preliminares se realizó la caracterización de los componentes y la posterior evaluación de impactos para finalmente reconocer aquellos con carácter significativo que permitieron delimitar el área de influencia definitiva del proyecto.

El resultado de la superposición y unión de las áreas preliminares de los medios abióticos, biótico y socioeconómico determinó el área de influencia preliminar del proyecto, la cual tiene una extensión total de 282,10 hectáreas (Figura 0.2).

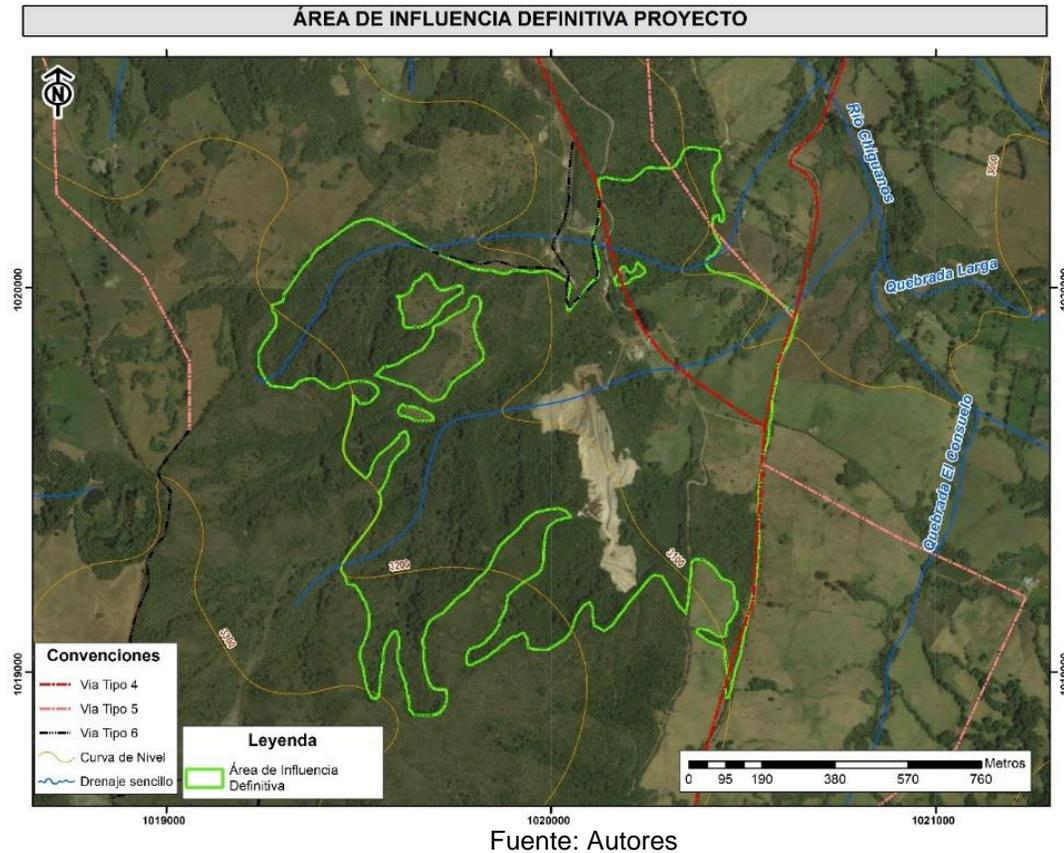
Figura 0.2. Área de influencia preliminar del proyecto



Fuente: Autores

El área de influencia definitiva se delimitó por superposición y posterior unión de las áreas definitivas para cada medio, abiótico, biótico y socioeconómico, a través de la zonificación de impactos significativos que resultaron de la evaluación ambiental del proyecto. Dicha área tiene una extensión total de 107,7 ha (Figura 0.3).

Figura 0.3. Área de influencia definitiva del proyecto



#### 0.4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

##### **Medio Abiótico**

En el área de influencia preliminar del proyecto, se identificaron las formaciones geológicas Chipaque y Río Siecha, el banco de hierro explotado, “La Adelita”, aflora dentro de la formación Chipaque, según datos obtenidos del levantamiento de la columna litoestratigráfica, este banco de hierro empieza a observarse a los 52 metros de profundidad. Dentro de la geología estructural se registra la falla choconta-pericos, la cual desde el punto de vista de la explotación no afecta en nada al yacimiento.

En cuanto a su geomorfología corresponde a un paisaje de montaña, con ambientes deposicional fluvio glacial, estructural erosional y deposicional aluvio-Coluvial, se pueden observar relieves de crestones, vallecitos y lomas, así como formas del terreno de apice, frente, revés, vega, clima y ladera, en el área de explotación

minera predominan los crestones de frente y revés, compuestos por rocas sedimentarias de tipo limolitas, lodolitas y arcillolitas.

El paisaje es altamente accesible lo que le da su alta fragilidad, en cuanto a la calidad del paisaje es media, debido a que a pesar de los parchees agrícolas y de ganadería a un se pueden observar relictos de bosques.

Los suelos del área de influencia del proyecto se caracterizan por estar cubiertos por una alta vegetación de retamo, frailejones, mugos, entre otros, donde su capacidad de absorción es enorme. Estos suelos por encontrarse en zonas de Bosque alto Andino y Subpáramo, presentan las siguientes características:

- Suelos ácidos entre 4,4 a 5,1
- Alta capacidad catiónica de cambio
- Bajos niveles de P, Mg, S, Mn, Cu, Zn y B
- N y Fe se presentan con un alto nivel

De igual forma los suelos presentan una alta acumulación de materia orgánica de color negro, con una baja descomposición de esta, la cual se presenta con muy poca fertilidad y con predominancia de texturas de francos y franco-arcilloso, lo que determina que posee una alta porosidad y una rápida percolación, en donde es necesario aplicar frecuentemente materiales orgánicos y nutrientes inorgánicos.

Se identifican tres unidades del suelo descritas para paisaje de montaña con texturas predominantes francas –arcillo – arenosa, franca, y franca –arenosa. La unidad predominante y que abarca el área de explotación es MLVf con relieve crestones y pendiente 50 -75 % topografía escarpada y suelos con las características ya descritas.

El área de influencia del proyecto minero se encuentra ubicado de manera jerárquica en la cuenca alta del río Bogotá, en la subcuenca del Embalse Tominé y la microcuenca río Chiguanos. Se identificaron tres sistemas lóticos y uno léntico, quebradas curíes, el boquerón y el consuelo, y un aljibe. En cuanto a la quebrada curíes, corre de oriente a occidente desembocando fuera del AI en el río Chiguanos, está quebrada es de tipo permanente, considerado como el recurso hídrico más vulnerable a ser afectado por la ejecución del proyecto dado por su cercanía con el área de explotación minera. En cuanto a la calidad del agua evaluada, se determinó que no es apta para consumo humano, sin embargo puede ser utilizada en actividades agrícolas.

Dado el método de explotación a utilizar, se realizó una evaluación geotécnica, a través de modelamiento de diaclasas, el cual determinó que las estructuras presentes en la zona tiene una dirección de buzamiento muy similares lo que genera una posibilidad de falla planar, lo cual no genera cuñas en estructuras construidas como túneles, en conclusión por diaclasa miento se está tratando con un macizo rocoso de buena calidad. Según la Clasificación RMR, calidad de la roca, se

determinó que es de clase II, buena calidad, es decir el macizo rocoso es adecuado y resistente para implementar obras de túneles.

En relación a la amenaza sísmica, el municipio de Guasca se encuentra en una zona vulnerable, con un nivel alto de amenaza, esto debido a que se ubica sobre una falla geológica, De acuerdo con el Atlas Básico de amenaza sísmica del departamento de Cundinamarca, se observa que el territorio tiene zona de amenaza sistémica intermedia y alta con aceleraciones horizontales del terreno entre 0.1 g y 0.4 g para un periodo de retorno de 475 años. En el municipio de Guasca se tiene que en su área total, tanto casco urbano como rural una amenaza sísmica intermedia.

En la zona no se identificaron reservorios de aguas subterráneas de importancia que puedan verse afectador por el proyecto.

En el área de influencia preliminar se cuenta con un régimen de precipitaciones Bimodal, siendo la temporada húmeda entre los meses de marzo a noviembre y la estación seca entre diciembre y febrero. La temperatura promedio oscila entre los 9,9° C.

La calidad del aire puede verse afectada por las actividades mineras, debido a que la minería de metales subterránea genera principalmente emisiones de material particulado de fuentes dispersas por operaciones de la planta como: manipulación y transporte de material rocoso con óxidos de hierro extraído de la mina, centros de acopio temporales, planta de trituración de minerales, cargue de material y transporte. Se identifican como receptores sensibles para calidad de aire y ruido a los pobladores de la vereda, centros recreacionales cercanos al parque Chingaza Y las áreas de protección y conservación aledañas, reservas jikuri y el encenillo.

### ***Medio Biótico***

El área de influencia del componente Biótico está ubicada sobre la cordillera oriental, acorde a lo establecido en la metodología de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (2017), se identifican el Orobioma de paramo alto andino de cordillera oriental y Orobioma andino alto andino de cordillera oriental. Así mismo se identifican 11 tipos de cobertura de la tierra: Zonas industriales, Red vial y territorios asociados, zonas de extracción minera, cultivos transitorios, cultivos agroforestales, pastos limpios, pastos enmalezados, Bosque Fragmentado con vegetación secundaria, Bosque de galería y Ripario, Vegetación secundaria alta, vegetación secundaria baja y cuerpos de agua artificiales, siendo la más dominante los bosques fragmentados y las áreas de vegetación herbácea secundaria.

Dentro del área de explotación minera se identificaron tres estratos vegetales bosque de sucesión temprana, bosque ripario y de galería y una extensa área donde se observa dominancia de retamo espinoso, planta invasora. Dentro de las plantas

endémicas se identifica la presencia de leñosas en estado juvenil como encenillo, aliso, y una dominancia de plantas herbáceas dada principalmente por plantas de la familia fabaceae.

En la zona se pueden llegar a identificar varias especies endémicas de anfibios, aves y mamíferos, siendo la más numerosa las aves, de las cuales fue posible observar 26 especies de las 50 que hay registradas para esa área, en cuanto a anfibios se observó un solo individuo el cual no se pudo clasificar y de mamíferos no fue posible observación y/o capturas.

El área de influencia del proyecto limita con zonas naturales protegidas declaradas, siendo la más cercana la Reserva Natural de la Sociedad civil “Jikuri”, cuyos objetivos generales y específicos son de conservación, especialmente de ecosistemas estratégicos como el Páramo.

### **Medio Socioeconómico**

El municipio de Guasca se encuentra en la sabana de Bogotá y fue habitado por los muisca, el nombre “Guasca” es de origen muisca compuesto por dos vocablos GUA, que significa Sierra y SHUCA que significa falda, es decir “falda de un cerro” o “Rodeada de cerros”. Según el censo DANE de 2005, el municipio tiene una población de 13566 habitantes, de los cuales el 65% habita en el área rural. El municipio cuenta con un centro de salud que está a cargo de la ESE Hospital San Antonio de Guatavita, que es de primer nivel. Este municipio cuenta con acceso a todos los servicios básicos, aunque el porcentaje de cobertura en el área rural el menor y sus actividades económicas se basan en ganadería, agricultura, cultivos de flores, minería y recientemente turismo, pues el municipio cuenta con sitios de interés cultural como la capilla de Siecha y sitios de naturales, las lagunas de Siecha, en jurisdicción del Parque Nacional Natural Chingaza, que se han convertido en atractivo para visitantes nacionales y extranjeros.

En lo que respecta a la población de la vereda La Trinidad, cuenta con una población 890 habitantes, distribuida en cuatro sectores el 51% se ubica en el sector San Francisco, 18% en Pericos, 17% en Betania y 14% Pueblo viejo, el grupo etareo más numerosos es entre los 20 a 24, siendo los más productivos laboralmente. En esta vereda la cobertura de servicios básicos está sobre el 70%, y se logró evidenciar que sus fuentes económicas están basadas en actividades agrícolas, específicamente en el cultivo de papa, y en actividades ganaderas dirigidas a la producción de leche, también existen personas con oficios en el sector de la construcción, amas de casa y estudiantes.

Tanto el municipio como la vereda La Trinidad, son accesibles por carretera.

## **Servicios Ecosistémicos**

Se identificaron 29 servicios ecosistémicos entre servicios de Aproveccionamiento, Regulación, Soporte y Culturales. se observa que para la comunidad es más alta la dependencia de los servicios ecosistémicos de regulación potencialmente asociados a las funciones de los ecosistemas que son de gran relevancia para el ser humano y el sostenimiento de sus medios de vida, mientras que para el proyecto, aparte de la relevancia que tiene el servicio de aprovisionamiento de mineral, la dependencia de los servicios ecosistémicos es baja, exceptuando la regulación climática y la retención de sedimentos que pueden verse altamente afectadas por los cambios en la vegetación ocasionados por el proyecto.

La tendencia de los SSEE identificados es estable, exceptuando algunos servicios de aprovisionamiento, aunque la demanda de estos recursos está ligada tanto a las necesidades de la población como al acceso a los mismos, sin dejar de lado que las intervenciones antrópicas ocasionan cambios en las dinámicas del ecosistema que pueden alterar las características de los SSEE alternado los ciclos que se dan dentro de dichos ecosistemas, en la zona se identifican áreas de reserva, conservación y protección que pueden disminuir la demanda de algunos de estos servicios como los de aprovisionamiento.

Teniendo en cuenta la evaluación de impactos presentada en el capítulo 8 y acorde a la tabla 5.69 se considera que los servicios ambientales que pueden verse mayormente afectados por la ejecución del proyecto, dejando de lado el aprovisionamiento de mineral, son los de regulación y soporte, esto debido principalmente a que las coberturas vegetales seminaturales serán las más afectadas durante el desarrollo del proyecto

### **0.5. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL**

La zonificación ambiental es el resultado de la línea base ambiental, la metodología de zonificación ambiental utilizada es la establecida por la metodología para la elaboración de estudios ambientales, del Ministerio de ambiente y Desarrollo sostenible, donde se busca establecer unidades con características homogéneas, que generen áreas en términos de *Sensibilidad*.

Para el desarrollo de este se siguieron los siguientes pasos, en base de la metodología propuesta por la Geóloga Alejandrina Vanegas, donde en cada temática se asigna un valor entre 1 a 5, a cada unidad de cada mapa temático seleccionado (Tabla 0.2); con herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se cruzan los diferentes mapas, obteniendo mapas intermedios, los cuales se superponen para obtener una sensibilidad que determine la zonificación ambiental del área de influencia preliminar.

Tabla 0.2. Calificación de sensibilidad por el medio

<b>MEDIO FÍSICO</b>				
<b>Componente</b>	<b>Criterio</b>	<b>Elemento</b>	<b>Valor</b>	<b>Justificación</b>
<b>Geología (G)</b>	Litología (Composición Mineralógica)	K2cp Formación Chipaque	4	Es más sensible a descomponerse mineralógicamente, porque son más susceptibles a los procesos de meteorización. Está conformada por lutitas (rocas de color oscuro), entonces cuando llueve mucho, tienden a generar desprendimiento, por tanto cuando las lutitas están en contacto con el agua, estas forman un lodo, es decir, se genera una descomposición.
		Cuaternario Q1si Formación Río Siecha	2	Son bloques o gravas sueltas de gran tamaño, es decir, capas muy gruesas con bloques y fragmentos subangulares envueltos en una matriz arcillosa; mineralógicamente son elementos estables, son más resistentes, por ende, su susceptibilidad es más baja.
<b>Geomorfología (GEO)</b>	Relieve: Forma del Terreno	Crestones con forma Revés y Frente.	4	Formadas por rocas sedimentarias, tipo limolitas, lodolitas y arcillolitas; se desarrollan principalmente en pendientes de 25-50% (ligeramente escarpada a ligeramente empinada).
		Vallecito con forma de Vega	3	Vega es una forma de terreno constituida por depósitos de sedimentos aluvio coluviales mixtos; se desarrollan principalmente en pendientes de 7-12% (moderadamente inclinado).
		Abanico Terraza con forma de Ápice	3	El Ápice es una forma de terreno constituido por depósitos detríticos medios y finos de origen glaciar y aluvial; se desarrollan principalmente en pendientes de 7-12% (moderadamente inclinado).
<b>Hidrogeología (HIDG)</b>	Productividad	KPgu – Acuitardo Guaduas	2	Se le da calificación de 2 por ser unidades litológicas de muy baja productividad (0,01 l/s/m) e importancia hidrogeológica. En donde, de ser intervenidas no sufrirán ninguna alteración en su capacidad de
		Ksch – Acuifugo Chipaque	2	

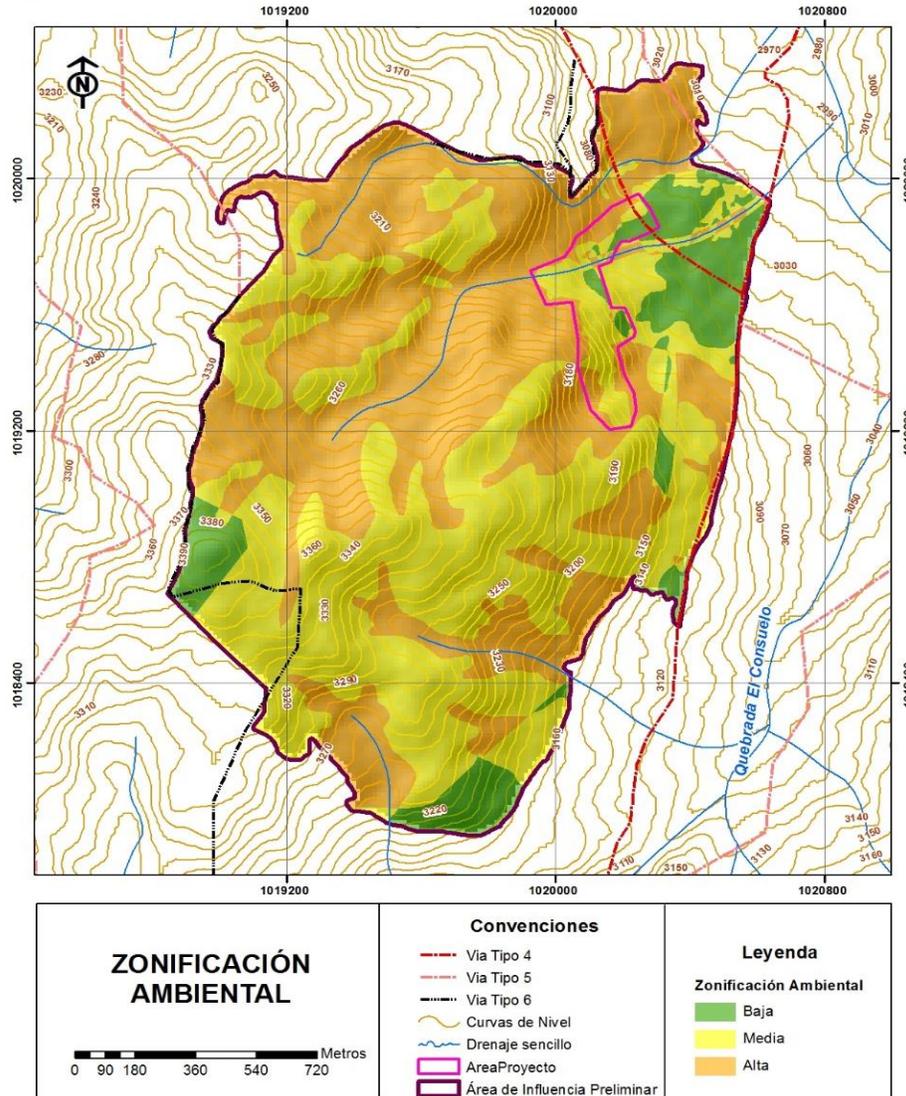
<b>MEDIO FÍSICO</b>				
<b>Componente</b>	<b>Criterio</b>	<b>Elemento</b>	<b>Valor</b>	<b>Justificación</b>
				oferta en el corto plazo y su recuperación se puede presentar por mecanismos naturales en el mediano plazo.
		Qal – Depósitos aluviales Acuífero	3	Se le da calificación de 3 por ser una unidad litológica de mediana productividad (1,0 y 2,0 l/s/m) e importancia hidrogeológica. Que permite el almacenamiento y circulación de aguas debido a su porosidad primaria y permeabilidad. En donde, de ser intervenida se pueden ocasionar modificaciones considerables al acuífero.
<b>Suelos (SUE)</b>	Uso potencial	Clase IV	3	Se le da calificación de 3 por presentar limitaciones severas que la restringen a cultivos específicos. Se pueden utilizar en ganadería con un manejo técnico de los potreros.
		Clase VII	5	Se le da clasificación de 5 por presentar limitaciones fuertemente severas, que las hacen inadecuadas para cultivos y ganadería. Este tipo de suelos solo pueden ser usados en bosques protectores y aptitud forestal.
<b>Hidrología (HID)</b>	Cruces cuerpos de agua	Quebrada Los Curíes	5	Las fuentes hídricas son generadoras de servicios ecosistémicos de gran importancia tanto para la regulación y control de los elementos físico y bióticos como para las poblaciones que se benefician de forma directa de ellas, por lo tanto, se valora con la mayor calificación (5). Se toma un buffer de 30 metros que corresponde a la zona de protección de las rondas hídricas.
		Quebrada Boquerón	5	
<b>Paisaje (PA)</b>	Usos del suelo, cobertura vegetal y extensión de viabilidad desde el punto de observación dentro del área del proyecto.	1 (Matriz de uso agropecuario)	3	Localizada al noreste del área actual de uso del proyecto. Este territorio presenta parcelaciones típicas de uso agropecuario con ocasionales viviendas alejadas entre sí hasta la cabecera municipal. Adicionalmente se encuentran elementos lineales naturales constituidos por las cercas vivas y bosques ribereños de cuerpos de aguas corrientes pequeñas.

<b>MEDIO FÍSICO</b>				
<b>Componente</b>	<b>Criterio</b>	<b>Elemento</b>	<b>Valor</b>	<b>Justificación</b>
		3 (Relictos del bosque y sub-páramo)	4	Localizado dentro del área del proyecto y al oeste de la misma. Posee vegetación sucesional temprana, ribereña y relictos de vegetación de sub-páramo con flora nativa. Representa la cobertura más densa del sector oeste del territorio a pesar que hacia el flanco este se encuentre el área de explotación minera.

Fuente: Autores

En la figura 0.4 se muestra el mapa de zonificación ambiental resultado de la superposición de la zonificación ambiental de los componentes Abiótico, Biótico y Socioeconomico.

Figura 0.4. Zonificación ambiental área de influencia del proyecto



Fuente: Autores

## 0.6. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

El desarrollo sostenible ambiental y económico de las actividades de la extracción minera subterránea requiere del uso y/o afectación de los recursos naturales, por lo anterior, a continuación, se mencionan los permisos que se requieren para la ejecución del proyecto.

No se requiere permiso de captación de agua ya que la demanda de agua por parte del proyecto para uso doméstico se suplirá por medio de la provisión de agua potable en botellones de 5 galones (18.9 L) para el consumo de los trabajadores que operarán en las diferentes etapas que contempla el proyecto. El abastecimiento de las soluciones sanitarias y otras actividades domésticas se realizará a través del suministro de la red de acueducto veredal alimentada por una bocatoma principal en el río Chiguanos y otras que proveen una menor oferta localizadas en afluentes de este río. Por otro lado, el agua requerida para el lavado de maquinaria, mantenimiento de las vías para mitigación de las emisiones de material particulado y la construcción de obras de concreto provendrá de carrotanques, con una capacidad de 10 m<sup>3</sup>, cuya agua es obtenida de los reservorios dispuestos para la demanda de la ciudad de Bogotá D.C.

Estas alternativas de abastecimiento fueron seleccionadas teniendo en cuenta la baja oferta hídrica de la red de acueducto veredal y la alta cantidad de bocatomas ubicadas en los cuerpos de agua superficial del área de influencia del proyecto cuyo destino es el uso doméstico y agropecuario. Por otra parte, dentro del área de influencia del proyecto no se encuentran acuíferos susceptibles de extracción de agua para la actividad industrial cuyo uso sea viable económicamente para el proyecto de acuerdo con los estudios de prospección hidrogeológica. En consecuencia, el proyecto no requiere solicitar permisos de concesión de aguas superficiales o subterráneas.

No se requiere permiso de vertimiento, ya que el único vertimiento proveniente de las actividades de la mina es generado por la conducción de aguas lluvias y de escorrentía que arrastran sólidos y residuos minerales aportados por el almacenamiento, transporte de material, tránsito de vehículos y exposición de áreas descapotadas durante su recorrido por el área del proyecto. Para esto, el área del proyecto cuenta con zanjas de coronación y drenajes que conducen las aguas a un desarenador cuyo efluente de aguas pre-tratadas es vertido por infiltración al suelo. Este sistema tiene la funcionalidad de evitar procesos erosivos derivados del agua de escorrentía que afecta la estabilidad de los frentes de explotación. Por último, los lodos producidos a partir de la sedimentación de las aguas de escorrentía con altas concentraciones de sólidos serán manejados a través de lechos de secados cuyo objetivo es neutralizar los lodos para luego disponerlos como residuos peligrosos con un gestor autorizado.

Si bien la adecuación de centros de acopio y las cunetas de manejo de aguas de escorrentía asociadas, construcción de polvorín y mantenimiento de vías requiere de remoción de cobertura vegetal, esta actividad se manifestará en un ámbito que incluye coberturas de la tierra de extracción minera y pastos enmalezados dentro del orobioma alto altoandino de la cordillera oriental cuya vegetación es totalmente herbácea con parches ocasionales de suelo desnudo por lo que no se realizará extracción de individuos arbóreos maderables o con otro tipo de uso comercial que ameriten la solicitud del permiso de aprovechamiento forestal.

Con el objetivo de realizar monitoreos de fauna durante el desarrollo del proyecto y las etapas de cierres y post cierre, se solicitará el permiso local para colecta de especímenes silvestres para la realización de estudios ambientales bajo las metodologías establecidas por el Instituto Alexander Von Humboldt y los *standard methods for the examination of water and wastewater* para muestreo biótico para recursos hidrobiológicos y fauna terrestre.

Se requiere permiso de emisiones, ya que las actividades de la mina afectarán el aire debido a la generación de emisiones atmosféricas de material particulado y gases de combustión, así como por el incremento de los niveles de presión sonora.

En cuanto a las fuentes de materiales, la actividad minera generará la totalidad de la cantidad de material estéril requerido para el relleno de los túneles de los frentes de trabajo que durante la explotación se hayan aprovechado dentro del marco del plan del cierre progresivo del proyecto. Por otro lado, para la construcción de las obras de concreto se subcontratará el suministro del concreto debido a que las obras requeridas se consideran como de pequeña escala; así, el contratista se encargará de suministrar el cemento y la gravilla para el mezclado y elaboración del concreto que provendrá de canteras autorizadas de la región.

## **0.7. EVALUACIÓN AMBIENTAL**

La evaluación ambiental pretende analizar los efectos adversos y benéficos de la construcción del proyecto por medio de la identificación, valoración y descripción de los cambios potenciales que puedan suceder en el ambiente como consecuencia de la ejecución de las actividades en las etapas: preliminares, construcción y desmantelamiento y abandono; teniendo en cuenta la caracterización ambiental, la descripción del proyecto y la demanda de recursos que este genere.

El cálculo de la importancia de los impactos está basado en la metodología propuesta por (Conesa, 2010), en la cual, a través de escalas de valor asignadas a cada parámetro, se halla un valor de importancia que permite clasificar los impactos en rangos según su naturaleza.

### ***Síntesis Evaluación de Impactos para el escenario SIN proyecto***

Una vez reconocidas las actividades y los potenciales impactos en el área de influencia preliminar, se llevó a cabo la valoración de los impactos generados por las mismas en cada uno de los componentes de los medios; para ello, en primera instancia se definió la Naturaleza de cada interacción por medio de una matriz de doble entrada, donde se relacionaron los impactos con las actividades identificadas previamente, arrojando un total de 86 interacciones, donde la actividad con mayor número de interacciones fue la Ganadería, y los impactos con mayor número de

interacciones fueron el Cambio en la calidad del aire y el Deterioro de la calidad visual del paisaje. Posteriormente se asignó la calificación a cada parámetro de valoración según la metodología Conesa (2010) y se determinó la importancia y categoría del impacto.

La evaluación sin proyecto no arrojó impactos críticos, solo se evidencio un (1) impacto grave en el medio abiótico y ocho (8) impactos severos en el medio biótico siendo este el que presenta el mayor número de impactos significativos, es decir aquellos que generan alteraciones o cambios en el ecosistema o los recursos naturales, el medio abiótico presenta dos (2) impactos severos, a diferencia del medio socioeconómico el cual no presentó ningún impacto significativo (severo, grave o crítico).

### ***Síntesis Evaluación de Impactos para el escenario CON proyecto***

Con la evaluación que cada una de las actividades en los tres medios y sintetizando su accionar en los 21 impactos que puede ocasionar dichas actividades en el área de estudio, se llevó a cabo la valoración de los mismos, mediante la matriz de doble entrada explicada en anteriormente según metodología Conesa (2010), determinando la importancia y categoría de cada impacto.

De las 165 relaciones generadas ya sea por su naturaleza positiva o negativa, como resultado de la interacción de los 21 impactos y 21 actividades se evidenciaron 18 impactos de naturaleza negativa de carácter severo, 10 relacionadas con el medio biótico y 8 con el medio abiótico. De carácter moderado fueron identificados 35 impactos todos relacionados con el medio biótico y abiótico, encontrando 18 y 17 impactos respectivamente. Los impactos de carácter irrelevante suman en total 64 impactos de naturaleza negativa, 43 pertenecientes al medio abiótico, 14 al medio biótico y siete (7) al socioeconómico.

Respecto a los impactos de naturaleza positiva se presentan 48 impactos, siete (7) de carácter relevante, dos (2) relacionados al medio abiótico y cinco (5) al medio biótico. Los restantes 41 presentan un carácter considerable donde siete (7) se relacionan con el medio abiótico y 34 al medio socioeconómico.

### ***Zonificación de Impactos***

Una vez establecido el índice de importancia ambiental, se identificaron los impactos significativos del escenario con proyecto, que son aquellos que se encuentren en los rangos más altos: severo, grave y crítico. Posteriormente se identificó la espacialidad de los mismos, con el fin de convertir esta información alfanumérica, en información geográfica potencialmente cartografiable, y por medio del uso de herramientas de geoprocésamiento el grado de susceptibilidad del área de influencia preliminar del proyecto.

Para el área de influencia se espacializaron los impactos generados por el proyecto de acuerdo a la calificación presentada en el escenario con proyecto, donde en su mayoría corresponde a áreas de impacto moderado 50,63% (Tabla 0.3) una vez realizada la superposición de las capas de zonificación de impactos de cada uno de los tres medios, se llevó a cabo la clasificación del área del proyecto. Las zonas donde los impactos se pueden manifestar de forma irrelevante, ocupan un porcentaje cercano del 48,03% de toda el área de estudio, mientras que , los zonas identificadas como severas ocupan 3,80 ha de las 282,15 hectáreas que conforman el área de influencia (Figura 0.2), concentrados en el área de proyecto por su influencia principalmente en el medio biótico en sus dos componentes fauna y flora, por la ejecución directa de actividades del proyecto sobre coberturas naturales y su efecto directo en la biota de estas áreas.

Tabla 0.3. Zonificación de impactos del área de influencia

<b>ZONIFICACIÓN IMPACTOS</b>		
<b>ZI</b>	<b>ÁREA Ha</b>	<b>Área</b>
<b>Irrelevante</b>	135,51	48,03%
<b>Moderado</b>	142,85	50,63%
<b>Severo</b>	3,80	1,35%
<b>TOTAL</b>	<b>282,15</b>	<b>100%</b>

Fuente: Autores

## ***Evaluación Económica Ambiental***

### *Valoración Económica Ambiental*

A partir de la identificación de los 29 servicios ecosistémicos se analizan los 3 que más interacciones presentaron debido a la afectación e importancia sobre la oferta medioambiental y las relaciones socioeconómicas.

- Cambio en la calidad del aire.
- Deterioro en la calidad paisajística
- Pérdida de cobertura vegetal.

Por lo anterior, se selecciona el método de valoración económica ambiental: **Gastos de prevención, restauración y reemplazo.**

La aplicación de esta metodología parte con el establecimiento de los planes de manejo ambiental para los impactos: Cambio en la calidad del aire, deterioro en la calidad paisajística y Pérdida de cobertura vegetal que afectan los servicios ecosistémicos. En dichos planes se establecen los objetivos, metas, tipos de medida, actividades a implementar y se identifican los costos de implantación de las medidas establecidas durante los años de operación de la Mina de Hierro Pericos (9 años). Adicionalmente, sobre los costos hallados se calcula el 20% que

corresponde al margen de error según la metodología y luego se suma al costo final del plan con el fin de atender cualquier contingencia que surja (Tabla 0.4).

Tabla 0.4. Valoración económica ambiental correspondiente a Gastos de prevención, restauración y reemplazo

No. Ficha	Planes de Manejo Ambiental	Cto. De Plan de Manejo Ambiental
B - 1	Programa de manejo de Flora y Fauna–Medio biótico	\$ 9,785,397,600
AB - 3	Programa de manejo de calidad del aire y ruido	\$ 306,604,810
AB - 5	Programa de manejo Paisajístico	\$ 1,567,824
<b>Total</b>		<b>\$ 10,093,570,234</b>

Fuente: Autores

### Análisis Costo Beneficio

Para realizar el análisis de costos beneficio se tuvieron en cuenta las estimaciones relacionadas a valores económicos correspondientes a beneficios y costos ambientales que potencialmente generaría el proyecto. Adicionalmente, se utilizó una tasa de descuento social del 12% la cual es utilizada para este tipo de proyectos ambientales.

**El indicador utilizado fue:** Valor Presente Neto (VPN), Tasa de Descuento Social (TDS: 12%), Relación Beneficio Costo (RBC).

Como resultado de la relación de costo beneficio obtuvimos que esta es igual a 1, lo que indica que los costos del proyecto son iguales a los beneficios. Por lo anterior, el proyecto económicamente es viable (Tabla 0.5).

Tabla 0.5. Análisis de Relación costo Beneficio

Concepto	Cantidad Ton	Costos	Beneficios	VPN Beneficios	VPN Costos	Beneficio - Costo
Costo de Extracción	153,000	\$ 16,419,407,732	-	\$ 1,314,032,791.59	\$ 1,314,032,791.59	1.0
Beneficios por venta del Mineral (hierro)	153,000	-	\$ 68,850,000,000			
Costo de PAMA que requieren implementar medidas de Prevención, Mitigación, corrección y Compensación	-	\$ 8,619,241,267	-			
Beneficios que el proyecto ofrece a la comunidad debido a la generación de empleo, capacitación y mejora en la calidad de vida	-	-	\$ 12,055,574,700			
<b>Total</b>	306,000	\$ 25,038,648,999	\$ 80,905,574,700			

Fuente: Autores

## 0.8. ZONIFICACIÓN DE MANEJO

La Zonificación de Manejo Ambiental se establece para determinar las restricciones de tipo ambiental que tiene el área de influencia del proyecto para realizar las obras y/o actividades del proyecto.

Se realizó un análisis de superposición de capas entre la capa de Zonificación Ambiental y la capa de Zonificación de Impactos.

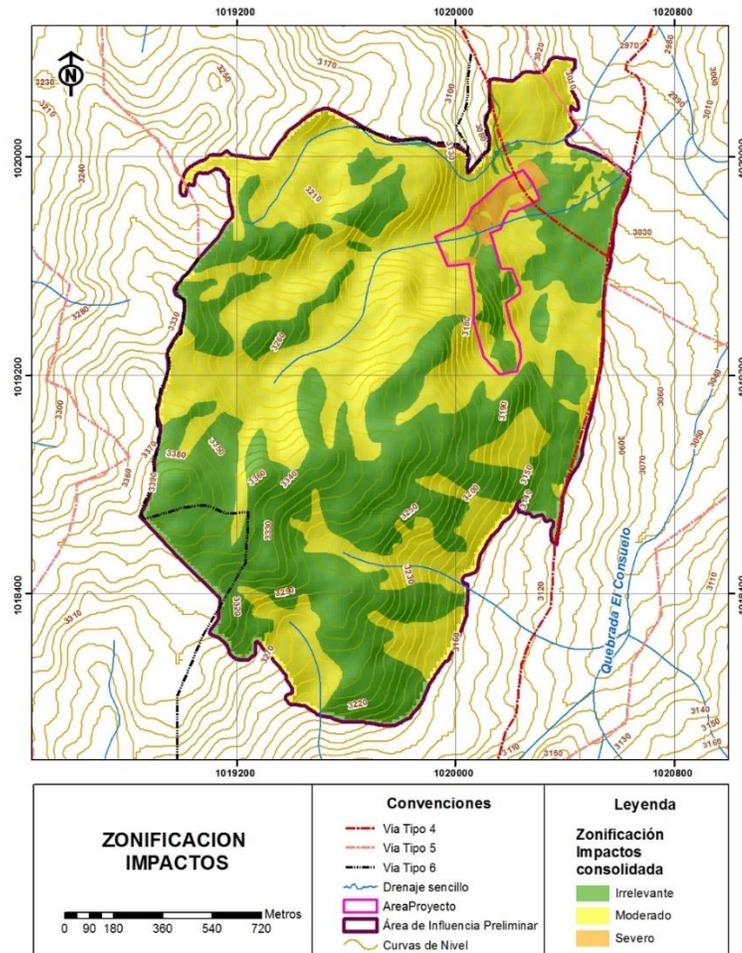
El resultado de la sobreposición de zonificaciones de impactos y ambiental del área de influencia no genera *áreas de exclusión* (Tabla 0.6 y Figura 0.5), de las 282,15 hectáreas que conforman el área de estudio, el 46,57% corresponde *áreas de intervención con restricciones altas*, donde se deberán aplicar de manera estricta y eficaz las medidas de manejo establecidas en Plan de Manejo Ambiental, en especial las medidas para el medio biótico. Las *áreas de intervención con restricciones bajas*, se distribuyen sobre 125,24 hectáreas, ocupando el 44,39%; en estas áreas durante la preparación, ejecución y cierre del proyecto, mientras sean aplicadas las medidas de manejo estipuladas para los tres medios y sus respectivos componentes, se podrá ejecutar la explotación subterránea de hierro en la mina pericos de manera sostenible en la vereda la Trinidad, del municipio de Guasca en Cundinamarca.

Tabla 0.6. Zonificación de manejo del área de influencia

<b>ZONIFICACIÓN DE MANEJO</b>		
<b>ZM</b>	<b>ÁREA Ha</b>	<b>Área</b>
AI (Área de Intervención)	25,51	9,04%
AIRA (Área de Intervención con Restricciones Altas)	131,40	46,57%
AIRB (Área de Intervención con Restricciones Bajas)	125,24	44,39%
AEX (Áreas de exclusión)	0,00	0%
<b>TOTAL</b>	<b>282,15</b>	<b>100%</b>

Fuente: Autores

Figura 0.5. Zonificación de impactos del área de influencia



Fuente: Autores

## 0.9. PLANES Y PROGRAMAS

### *Plan de Manejo Ambiental*

Una vez identificados los posibles impactos que generarán las actividades que contempla el proyecto sobre los diferentes componentes (Abiótico, biótico y socioeconómico), se formulan las estrategias y mecanismos que contribuyen a prevenir, controlar, mitigar y compensar dichos efectos causados al entorno y al mismo tiempo contribuye a la protección y funcionalidad del proyecto. Se establecieron estrategias de manejo que se componen de diferentes programas respondiendo a cada impacto según el componente, los cuales presentan unos objetivos, metas, impactos a manejar, tipo de medida, lugar de aplicación, actividades y acciones a desarrollar, cronograma, costos, indicadores de seguimiento y personal requerido.

En la Tabla 0.7 se presenta la relación y organización de las fichas del PMA, según las actividades y necesidades evaluadas para el proyecto *Modificación de la licencia Ambiental para la Explotación Subterránea de Hierro en la Mina Pericos, ubicada en la Vereda Trinidad del municipio de Guasca, Cundinamarca.*

Tabla 0.7. Programas contenidos en el Plan de Manejo Ambiental

PROGRAMA	FICHA	CÓDIGO	COSTO
AB - PROGRAMA DE MANEJO DEL COMPONENTE ABIÓTICO	Manejo de aguas superficiales y de escorrentía.	AB-1	\$ 101.796.904
	Manejo y disposición de material estéril y escombros.	AB-2	\$ 73.325.835
	Control de la calidad del aire y ruido.	AB-3	\$ 255.504.008
	Manejo del suelo.	AB-4	\$ 15.000.000
	Manejo Paisajístico.	AB-5	\$ 1.306.520
B - PROGRAMA DE MANEJO DEL COMPONENTE BIÓTICO	Manejo de Flora y Fauna.	B-1	\$ 8.154.498.000
SE - PROGRAMA DE MANEJO DEL COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	Manejo de afectación a terceros.	SE-1	\$ 34.010.000
	Contratación de mano de obra.	SE-2	\$ 1.890.000

Fuente: Autores, 2018

De acuerdo a lo establecido en las fichas de manejo ambiental el presupuesto para la ejecución del PMA formulado es de \$ 8.621.024.747, (Ocho mil seiscientos veintiún millones veinticuatro mil setecientos cuarenta y siete pesos colombianos).

### **Plan de Seguimiento y Monitoreo**

En correspondencia con lo anterior, identificar las deficiencias e inconsistencias en el desarrollo del proyecto y lo planteado en las Fichas del PMA, estableciendo inconformidades o incumplimientos, que permitan la aplicación de los ajustes o correctivos necesarios en el tiempo mismo de ejecución del proyecto. En este sentido, el seguimiento tiene como alcance el monitoreo a los programas y proyectos implementados para los medios físico, biótico y social, en las diferentes etapas y actividades que contempla el proyecto; además, estas estrategias de seguimiento se establecen para garantizar un adecuado manejo a los impactos de

mayor relevancia identificados en la evaluación ambiental y así mismo para monitorear la eficacia de las estrategias planteadas, esto a través de unos indicadores propuestos.

### ***Plan de Gestión de Riesgos***

El plan de gestión de riesgos, nace como respuesta ante los diversos riesgos que acompañan el desarrollo de las labores preparación y explotación de la Mina Pericos.

El objetivo principal es servir de herramienta táctica y metodología en el manejo de situaciones que alteren la normalidad, que atenten contra la vida e integridad de los ocupantes y los bienes de la misma y proveer un óptimo nivel de seguridad para los directivos, empleados, clientes y visitantes de las instalaciones.

La metodología utilizada para la realización del plan de gestión de riesgos consistió en la ejecución de una verificación de las etapas de preparación y explotación de la Mina Pericos con el ánimo de establecer por cada uno de los componentes: Estratégico, operativo e informático las normas y procedimientos utilizados que permitieran; analizar los riesgos de acuerdo con su naturaleza (naturales, antrópicos y sociales), luego evaluar cualitativa y cuantitativamente los riesgos para identificar el tipo: Bajo, Medio –Bajo, Medio, Medio – Alto y Alto.

Posteriormente, establecer las acciones prioritarias a desarrollar como respuesta para mitigar los efectos de posibles emergencias, se marca la disminución de la vulnerabilidad y la neutralización de las situaciones de riesgo, aplicar las recomendaciones, sugerencias dadas y desarrollar el Plan.

### ***Plan de Cierre***

En el plan cierre vienen definidas las actividades de clausura que tendrá la mina una vez finalizada la vida útil del proyecto. Estas deben cumplir con los requisitos técnicos, ambientales y legales aplicables, tendientes a la protección del ambiente, la salud, la seguridad y bienestar de las comunidades aledañas, así como la mitigación de los efectos ambientales adversos.

El plan incluye actividades como desmantelamiento de infraestructura, relleno de túneles, suelo y estabilidad de centros de acopio, revegetalización, cierre de vías y caminos internos, e instalación de señales de riesgo.

Planificar, diseñar y ejecutar éstas actividades, se orienta a permitir el uso futuro de las zonas intervenidas, a partir del mejoramiento de las condiciones físicas, bióticas

y sociales del territorio. De igual forma dentro de este plan también se ve reflejado el plan de post-cierre, el cual hace referencia al seguimiento de cada una de las actividades de cierre, con el fin de saber de si las medidas tomadas fueron las adecuadas para la clausura de este.

### ***Plan de Compensaciones Bióticas***

El plan de compensación se definió teniendo en cuenta que el proyecto licenciado genera impactos compensables sobre el medio biótico debido únicamente a pérdida de biodiversidad debido a que las actividades de mantenimiento de vías internas y adecuación de centro de acopio temporal de materiales estériles que se desarrollarán en el proyecto generan un impacto severo sobre la biota debido principalmente a la remoción de vegetación y ahuyentamiento de fauna. No obstante, estas actividades se llevarán a cabo en sectores del área del proyecto que presentan coberturas de la tierra correspondientes a zonas de extracción minera y escombreras y a pastos enmalezados cuya vegetación predominante es de hábito herbáceo de porte medio y alto.

Así, el área del proyecto sujeta a ser impactada en el componente biótico es de 11 Ha cuya vegetación corresponde a coberturas seminaturales artificializadas, para las que según el Manual de compensación del medio biótico del MADS se debe aplicar un factor de compensación de 1, por lo que el área a compensar tiene la misma dimensión al afectada. Con este fin, se ejecutarán acciones de restauración por medio de revegetalización a través del enriquecimiento y suplementación del bosque, que consiste en incluir una densidad suficiente de especies en las zonas afectadas ya que se ha perdido la capacidad para colonizar; para esto se prioriza la inclusión de especies nativas del ecosistema como el encenillo (*Weinmania tomentosa*), Aliso (*Alnus acuminata*), lupino (*Lupinus bogotensis*) y Arrayán (*Myrcianthes leucoxylla*). Se usarán distancias de siembra cortas (2 X 3 m) y de altas densidades de siembra (>1666 pl/ha).

La compensación se realizará dentro de la reserva de la sociedad civil Jikuri, ecosistema considerado como equivalente para efectuar las acciones de restauración en un sector en el que actualmente no hay presencia de cobertura vegetal; la reserva posee fragmentos de bosque secundario altoandino y páramo, así como dos zonas de vida de acuerdo con la escala de Holdridge: bosque pluvial montano y páramo pluvial subalpino. En cuanto a la diversidad florística, en la reserva se reportan 14 especies distribuidas en 10 órdenes y 9 familias en donde las más representativas son las Asteraceae; también se encuentran cinco especies de aves y mamíferos de importancia por su categoría actual de conservación de peligro.