

## 7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO MINERO.

### 7.1 GENERALIDADES.

**7.1.1 Localización.** El proyecto de explotación de materiales de construcción, (gravas y arenas), y concentrados de oro, cuya Titular es la Empresa **CARSA GOLD COMPAÑÍA MINERA COLOMBIANA S.A.S.**, (NIT: 901051479-0), representada legalmente por **ALIRIO BARBOSA PEÑA**, se encuentra localizado en el Municipio de Armero Guayabal – Tolima. La extensión, según la referencia de la Plancha IGAC -207 en escala 1: 25.000, se indica en el Cuadro 3 y Plano 1; mientras que la ficha técnica del Título se presenta en el Cuadro 4:

**CUADRO 3.** *Coordenadas del área del Contrato de Concesión N° IL5-14011.*

VERTICE	COORDENADAS	
	N	E
P.A	1049046,00	921503,00
1	1048865,40	918920,00
2	1048865,40	921770,80
3	1041875,00	921404,40
4	1041875,00	918554,40

**CUADRO 4.** Ficha técnica del Contrato de Concesión N° IL5-14011.

TEMA	DETALLE	FECHA	OBSERVACIONES
CONTRATO DE CONCESIÓN IL5-14011	RMN	Abril 21 de 2010.	Explotación Cielo Abierto.
ÁREA, (Ha)	1992,2674		
PROGRAMA DE TRABAJO Y OBRAS - PTO	ANM	Aprobado para 22.500 Tn/mes	Aprobado
LICENCIA AMBIENTAL	CORTOLIMA	En solicitud de Evaluación	Por obtener
TITULAR	CARSA GOLD COMPAÑÍA MINERAS COLOMBIANA S.A.S.		NIT: 901051479-0
VIGENCIA DEL TITULO	29 años	Abril 21 de 2039	Prorrogables
MINERALES	Materiales de construcción, (gravas y arenas), concentrados de oro.		

Del total de la extensión de área del Título Minero, el 98% corresponde al territorio de la Vereda Maracaibo y el 2% a la Vereda de Méndez, (ambos en jurisdicción del Municipio de Armero Guayabal). El sistema y el método de explotación está aprobado para minería en superficie, (tipo Cantera para materiales de construcción), zonificado en tres sectores según el Planeamiento Minero.

El municipio de Armero Guayabal se encuentra situado al Norte del departamento del Tolima, su cabecera está a 95 Kilómetros de la ciudad de Ibagué, (capital del departamento). Véase Cuadro 5:

**CUADRO 5.** Ubicación y detalles generales del Municipio de Armero Guayabal.

Latitud norte	4° 38'
Longitud oeste	75° 05'
Altura sobre el nivel del mar (m. s. n. m)	357
Temperatura (°C)	26
Distancia a la capital (Km)	95

Extensión superficie del Municipio			
Areas	Area Urbana	Urbana Rural	Total
Extensión (Km²)	19,54	420,58	440,12

<b>Norte</b>	Honda, Falan y Mariquita
<b>Sur</b>	Ambalema y Lérica
<b>Oriente</b>	Río Magdalena que lo separa del Departamento de Cundinamarca
<b>Occidente</b>	Libano y Villahermosa

Fuente: Oficina de Planeación Municipal – Armero Guayabal – Tolima.

El municipio de Armero Guayabal, se encuentra dividido en área urbana, conformada por 27 barrios, y el área rural que se divide en 18 veredas, 4 centros poblados y 3 corregimientos. El área urbana de Armero Guayabal está dividida en 27 barrios como se indica en el Cuadro 6.

**CUADRO 6.** Relación de Barrios del centro poblado del Municipio de Armero Guayabal.

Barrios del área urbana					
1	Agropecuario La Victoria.	10	Adra Ofasa.	19	Zona Industrial.
2	Ayudémonos.	11	Jorge Eliécer Gaitán.	20	La Florida.
3	Minuto de Dios	12	Pastoral Social	21	La Esperanza
4	Suizo	13	Centro	22	Los Acacias
5	Bosque Popular	14	Norte	23	Villa Maní
6	Cruz Roja Bávaro	15	Siete de Agosto	24	Los Pinos
7	Visión Mundial	16	Cruce	25	Los Álamos
8	Carolina	17	Balustrera	26	Normandía
9	Porvenir	18	Protecho	27	Los Laureles

Fuente: Oficina de Planeación Municipal – Armero Guayabal – Tolima.

El área rural del municipio de Armero Guayabal está integrada por 4 centros poblados, Velú, San Pedro, Méndez y La Palmita, además, por 18 veredas, como se indica en la Figura 1 y en el Cuadro 7:

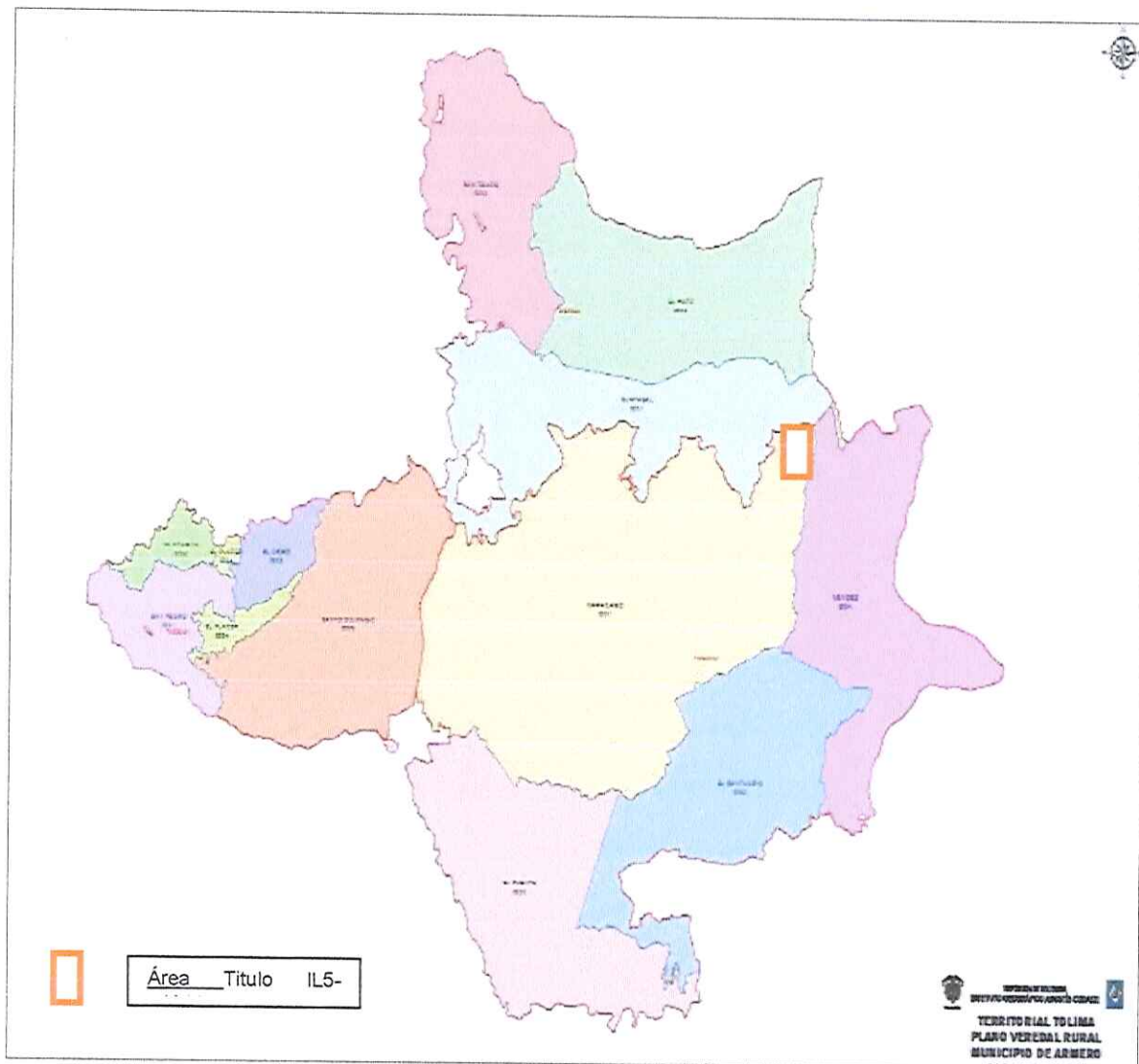
**CUADRO 7.** Relación veredas rurales del Municipio de Armero Guayabal.

1	Santa Cecilia	10	Parroquia
2	San Pedro	11	Socavón
3	El Paraíso	12	El Placer
4	Nuevo Horizonte	13	El Cairo
5	Maracaibo	14	Fundadores
6	San Jorge	15	La Joya – la Palmera
7	La Esmeralda	16	Santo Domingo
8	Chinela	17	San Felipe
9	La Pradera	18	Méndez

Fuente: Oficina de Planeación Municipal – Armero Guayabal – Tolima.

El Municipio de Armero Guayabal cuenta con un área total de 440,12 kilómetros cuadrados, de los cuales el 4,44%, pertenece al área urbana y el 95,56 % al sector rural, tal como se detalla en la Figura 1:

FIGURA 1. Ubicación área del proyecto en el Mapa Veredal Armero Guayabal



Fuente: Oficina de Planeación Municipal – Armero Guayabal – Tolima.

7.1.2 **Fisiografía.** En el área se presentan cinco grandes paisajes principales según la siguiente descripción: 1) Relieve Montañoso fluvioerosional; 2) Superficie de aplanamiento; 3) Relieve montañoso estructural erosional; 4) Piedemonte Aluvio coluvial y 5) Valle aluvial. En el área de influencia, (directa e indirecta), del

---

proyecto minero se destacan los paisajes de piedemonte por estar presentes depósitos de materiales de la Formación Geológica La Mesa y del Grupo Honda, (que han actuado en diferentes procesos de erosión y sedimentación), originando zonas muy disectadas, lomeríos, valles aluviales y otras zonas recubiertas por materiales más recientes de origen aluvial y coluvial, (similares a los depositados por la reciente avalancha de Armero).

La geoforma predominante en la zona del Título Minero son las formadas por los procesos agradacionales ocurridos en la base del sistema montañoso, caracterizada por varias depresiones intramontañas. Las siguientes estructuras son las mesetas altas y escarpadas, originadas por flujos de lodo suficientemente fluidos, que al parecer emergen violentamente desde sectores empinados, explayándose sobre los terrenos bajos en un patrón caótico tal como aconteció en el evento catastrófico de Armero en el año 1985.

Las estructuras de abanico aluvial que se presentan con forma semicircular, con su parte superior más estrecha y empinada, el ápice o parte proximal, más abajo aparece la porción intermedia o cuerpo, que cubre la mayor superficie del paisaje y finalmente el tramo distal o base, una franja angosta y suavemente inclinada que se transforma gradualmente en llanuras. Los detalles se presentan en el Plano 15 y en la Fotografía 1.



**FOTOGRAFÍA 1.** *Fisiografía del área del proyecto: en la parte superior montaña y lomeríos; centro y derecha abajo piedemonte y valle aluvial.*

**7.1.3 Clima.** En el área del proyecto se tiene como predominante el Clima Cálido Semiárido, según clasificación climática de Caldas Lang, (Csa). Caracterizado por tener terrenos en altitudes a partir de los 230 msnm hasta los 390 msnm, con un índice de humedad en un rango de 60 a 100 y temperaturas mínimas, (en la noche), entre 14°C y máximas, (en el día), de 32° C; se encuentran dos paisajes: el de Piedemonte Aluvio Coluvial y el de los Valles Aluviales.

La región donde se encuentra el área del proyecto presenta un promedio anual de lluvias de 1.812 mm distribuidos en dos periodos de lluvia y dos periodos de verano:

- \_Época de Invierno Primer Periodo: Comprende los meses de marzo- abril y mayo con un promedio de 527 mm y temperaturas entre 24°C - 28° C.
- \_Época de Invierno Segundo Periodo: Comprende los Meses de septiembre- octubre y noviembre, la precipitación alcanza 550 mm y temperaturas de 24° C.
- \_Época de Verano Primer Periodo: Comprende los Meses de enero – febrero y junio con precipitaciones inferiores a 250mm y temperaturas de 28° C en adelante.
- \_Segundo Periodo de Verano: Comprende los Meses de julio- agosto y diciembre, las precipitaciones llegan hasta 280 mm y las temperaturas llegan hasta 32° C.

Otro parámetro de importancia es la Humedad Relativa, la cual llega en promedio al 71% y su valor máximo se registra en el 84%, según datos suministrados por el IDEAM. La distribución de lluvias coincide con la gráfica de la estación de Armero, donde se observa claramente los dos periodos de lluvia y los dos de sequía. Según datos suministrados por el IDEAM, la zona plana de Armero Guayabal goza de 10 horas de brillo solar, éste parámetro es aprovechado en la agricultura y mediante el mismo se logra tener los cultivos expuestos a cerca de dos horas adicionales de brillo solar más que en las Regiones aledañas.

**7.1.4 Vías de Acceso.** Méndez que es el Corregimiento más cercano al límite nororiental del proyecto, tiene la posibilidad de acceder a Cambao por un carretable que viene desde Honda, pasa por Méndez y llega a Cambao. Aunque esta carretera es importante para el desarrollo del Norte del Tolima, a la fecha el departamento no ha contribuido con el mantenimiento periódico de éste tramo; la importancia del carretable radica en la posibilidad de comunicar a Honda con Cundinamarca y conectar el potencial turístico de este sector.

El principal ingreso se efectuará por vías de la vereda Maracaibo. En el momento se cuenta con vías de acceso así: la vía veredal que comunica Armero Guayabal con la Vereda Maracaibo; la vía que conduce de la vereda Maracaibo - Hacienda Santuario – Cambao. Las alternativas viales del proyecto, (desde el sitio del Frente La Mina), para las alternativas de transporte de los materiales se indican en el Cuadro 8:

**CUADRO 8.** Alternativas de recorridos para el transporte del material del proyecto.

ALTERNATIVA	RECORRIDO	RECORRIDO, fuera del area del Titulo, (Km)	RECORRIDO, dentro del area del Titulo, (Km)	RECORRIDO, total, (Km)	OBSERVACIONES
1	Frente La Mina - Cruce Via Maracaibo a Santuario - Cambao	12,50	1,50	14,00	Pendiente definir 1,2 Km de servidumbre por un predio vecino.
2	Frente Mina - Colegio Jimenez de Quezada - Santuario - Cambao	12,30	6,20	18,5	Se debe pasar frente al Colegio Jimenez de Quezada, por el caserío.
3	Frente La Mina - vereda Maracaibo - Via central Armero Guayabal - Cambao	36,00	5,50	41,5	Se debe pasar frente al Colegio Jiménez de Quezada, por el caserío.

**\_ Vías Externas.** El proyecto de explotación se conecta por varias vías de penetración; las de la zona del proyecto se encuentran en regular estado de conservación, siendo la más utilizada por la comunidad la vía que comunica del municipio de Armero Guayabal con la vereda Maracaibo y pasa a la vereda

Méndez. El acceso al área de Contrato de Concesión IL5-14011, con relación a la conexión vial Cambao - Bogotá, (Cuadro 9), se puede hacer por las siguientes rutas:

*CUADRO 9. Alternativas de conexión, para el transporte del material beneficiado del proyecto.*

TRAYECTO - VIA	km
Bogotá-Mariquita- Armero Guayabal- Maracaibo	197
Bogotá-Villeta-Guaduas-Honda- Armero Guayabal-Maracaibo	180
Vía Bogotá -Viani- Cambao- Antiguo Armero- Maracaibo.	160

**\_ Infraestructura Existente.** El Plan Minero contempla la distribución del proyecto en tres (3) Frentes de Explotación. El sector Sur y el Central cuentan ya con vías de acceso pues están dentro de terrenos de Fincas propiedad de la empresa Titular; para el Sector Norte, se construirán las vías de acceso con las obras de arte para drenaje, (cunetas y alcantarillas), en rodadura de recebo.

### 7.2 RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN.

Al momento de hacer la solicitud del área de interés se consideraba que los minerales principales eran los metales como el oro, la plata y sus concentrados, sólo que con el avance de los trabajos exploratorios (principalmente la de los estudios Geoeléctricos, excavaciones de trincheras y apiques, y por supuesto los análisis de bateas), indicaron que el oro y sus concentrados están presentes en cantidades del orden de 0,125 gr/m<sup>3</sup> a 0,130 gr/m<sup>3</sup>; adicionalmente se encontró que los lugares de concentración corresponden a unos pocos depósitos de placer que se ubicaron aleatoriamente en ciertas trampas estructurales. En consecuencia, el estudio también permitió hallar importantes reservas de gravas y arenas, así como de puzolanas, asociadas a la Formación geológicas La Mesa (Tsm) y al Grupo Honda, (Tsh), por lo que se efectuó su adicción y la

(Tsm) y al Grupo Honda, (Tsh), por lo que se efectuó su adicción y la correspondiente modificación del Programa de Trabajos y Obras “PTO”, considerando que los materiales de construcción pasan a ser el mineral principal, mientras que los concentrados de oro son el mineral secundario.

**7.3 ASPECTOS REGIONALES.**

En el área municipal de Armero-Guayabal afloran rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Sin embargo, por estar ubicada la mayor parte del territorio entre el valle del río Magdalena y el piedemonte de la Cordillera Central, su constitución geológica es predominantemente de rocas sedimentarias del Neógeno, asociadas a procesos erosivos y volcánicos de la Cordillera Central, como también, depósitos no consolidados recientes de actividad volcánica y depósitos de flujos de lahares, en dirección perpendicular a la del río Magdalena y paralela a la de sus tributarios.

La zona occidental del área municipal hace parte de las estribaciones de la Cordillera Central, donde afloran unidades metamórficas precámbricas y paleozoicas y un pequeño cuerpo de rocas ígneas volcánicas deformadas, al parecer por la Falla Mulatos; esta unidad tiene similitud con la Formación Saldaña que aflora en el sur del Departamento del Tolima. La distribución de las unidades geológicas en el área municipal, consultada en el Mapa Geológico a escala 1:25.000. En el Cuadro 10 se presenta la relación de estas unidades, con su edad (período), nomenclatura y litología. La descripción de las unidades se hace de la más antigua a la más reciente.

**\_GEOLOGÍA REGIONAL.** Este tema se describe en el Capítulo 9, Ítem 9.1.2.1.

**\_GEOMORFOLOGÍA REGIONAL.** Este tema se describe en el Capítulo 9, Ítem 9.1.3.

**CUADRO 10.** Unidades geológicas de las principales estructuras regionales presentes en el municipio de Armero Guayabal.

EDAD//PERIODO	Simbolo	UNIDAD GEOLOGICA	LITOLOGIA
PRECAMBRICO	Pca	Gneises y Anfibolitas de Tierradentro	Anfibolitas, color verde oscuro.
PALEOZOICO	Pzes-ev	Complejo Cajamarca	Esquistos de colores verdes y negros.
MESOZOICO	Jva	Cuerpo Volcanico	Rocas volcanicas, (tobas y lavas).
	Tsh	Grupo Honda	Intercalacion de areniscas conglomeraticas, conglomerados y lodolitas.
	Tsm	Formacion La Mesa	Unidad volcano - sedimentaria, formada por intercalaciones de puzolana, areniscas, areniscas conglomeraticas, conglomerados y lodolitas con minerales de origen volcanico, (piroclastos).
CENOZOICO	Qg <sub>1</sub> - Qg <sub>2</sub>	Formacion Guali	Flujos de lodos y lahares, transportados por los Rios Sabandija y Guali.
	Qa - Qab	Abanico de Armero	Flujos de lodos y lahares, transportados por el Rio Lagunilla, (por actividad del Volcan Nevado del Ruiz).
	Qt	Terrazas del Rio Magdalena	Depositos Cuaternarios de limos, arenas y gravas.
	Qal	Depositos Aluviales.	Depositos Cuaternarios recientes de limos, arenas y gravas.
	Qar	Abanico de Armero	Flujos recientes de lodos y lahares, transportados por el Rio Lagunilla, (por actividad del Volcan Nevado del Ruiz).

#### 7.4 GEOLOGÍA DE YACIMIENTO.

Localmente se tienen evidencias de la existencia de estructuras de litologías, (descritas de las más recientes a las más antiguas), en el siguiente orden (Véase Planos 2 y 3); los detalles del modelo geológico del yacimiento se presentan en el Anexo IV-I, del PTO actualizado.

**7.4.1 Abanico de Armero (Qar).** La estructura corresponde a una serie de depósitos de origen fluviovolcánico, ubicados en la zona del piedemonte, provenientes principalmente de la actividad del volcán Nevado del Ruiz, en sus diferentes eventos de actividad y que ingresaron al valle de Armero en gran cantidad principalmente por el río Lagunilla; extendiéndose en su trayecto hasta el río Magdalena. Con base en las fotografías aéreas y en los apiques se diferencié el evento más reciente y se diferenciaron dos niveles de terraza que marcan diferentes períodos de actividad volcánica y sedimentación, para una referencia de al menos tres (3) eventos.

Todos estos depósitos exhiben una morfología plana y se pueden apreciar con más detalles en algunos sitios donde los drenajes han expuesto afloramientos de las terrazas. Por ejemplo, se encontraron afloramientos del Cuaternario, (Qar) a lo largo del río Lagunillas y la quebrada La Jabonera. Los depósitos tipo (Qab), se diferencian en las proximidades al río Sabandija.

**7.4.2 Depósitos Aluviales (Qal - Qt).** Se trata de una serie de depósitos de origen fluviovolcánico, ubicados en forma discordante en contacto con la Formación La Mesa, consta de bloques y gravas clasto-soportado de más de 2,5 m de espesor, tamaños heterogéneos con fragmentos hasta de 1,5 m de composición de andesitas, esquistos, anfíbolitas e intrusivos. Estos materiales están dentro de una matriz limosa y limo-arenosa de color gris a café claro que representa un 45% del total del depósito. Depósitos delgados con predominio de material fino se distinguen en la desembocadura de la quebrada La Jabonera en el río Sabandija; en este sitio, sobre el Grupo Honda, se encuentran dos acumulaciones de origen fluviovolcánico.

**7.4.3 Formación La Mesa, (Tsm).** Se trata de una serie de estratos de origen fluvio-volcánico, que ocupa la zona de una antigua depresión del valle del río Magdalena en esta zona. Está constituida por capas o estratos sub-horizontales, los cuales están sometidos, actualmente, a una exposición meteórica y de los agentes erosivos, que han transformado su morfología original y dan el aspecto de grandes plataformas elevadas y planas como mesas. La Formación Mesa se extiende desde los alrededores de las poblaciones de Honda y Mariquita hasta la carretera Armero - Cambao, formando los cerros entre las estribaciones de la Cordillera Central y el río Magdalena; en el área del Título Minero esta unidad está limitada al este por la Falla de Honda y el Grupo Honda.

**7.4.4 Grupo Honda, (Tsh).** Se trata de estructuras alargadas, presentes en la zona en contactos fallados por debajo de la Formación la Mesa, así:

\_ Una estructura, en la parte occidental o de piedemonte, formando cerros de poca altura; algunos relictos sobre las rocas precámbricas y paleozoicas se encuentran bien arriba de la zona montañosa al parecer por levantamientos orogénicos;

\_ Otra en la parte oriental, donde aparece como un bloque levantado por la Falla de Honda, hasta el río Magdalena, formando un paisaje de crestas alargadas con una tendencia Norte-Sur y de lajas triangulares escalonadas buzando suavemente hacia el río Magdalena (al este). Buenos afloramientos de esta unidad se presentan en la mina de asfáltita y grava por la carretera al corregimiento San Pedro, alrededores del antiguo Armero y carreteras a Méndez y Cambao. Está constituida en esta región, en la parte inferior, por areniscas y arcillolitas de color rojo y gris, con algunos conglomerados, con escasos fragmentos de origen volcánico. También se presentan intercalaciones de conglomerados,

conglomerados arenosos, areniscas con abundantes fragmentos volcánicos, en menor proporción arcillolitas. En la parte superior hay predominio de capas rojas de lutitas y areniscas de grano fino.

### **7.5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y BATIMÉTRICO, DETERMINACIÓN DE TRAMOS PARA EXPLOTACIÓN.**

Tomando como referencia las fotografías aéreas se programó realizar el levantamiento topográfico con el vuelo de un DRON, luego se elaboró la base cartográfica en un Plano a escala 1: 10.000; posterior a lo cual se efectuará trazos de perfiles separados cada 500 m, (para un total de 14 secciones para elaborar los perfiles geológico – mineros), en campo se hicieron las verificaciones de las litologías, (mediante un recorrido en secciones con separación de 1,0 Km), con ayuda de GPS y Brújula.

**7.5.1 Delimitación y Localización de Zonas a Explotar y Áreas de Operación Minera.** Con la anterior verificación se determinó organizar tres (3) Sectores de explotación, organizados en orden de inicio de operaciones de Sur a Norte de la siguiente manera: Sector Sur; Sector Central y Sector Norte. Véase Plano 4

### **7.6. SISTEMA Y MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN, PARA LOS TRAMOS IDENTIFICADOS.**

El método de explotación en general es de minado superficial con dos variables, (aplicables en los tres Sectores de Explotación); de la siguiente forma:

\_En la primera se aplica el MÉTODO DE EXPLOTACIÓN SUPERFICIAL TIPO CANTERA, mediante la conformación de niveles de corte en sentido descendente, (para el aprovechamiento racional de las gravas y arenas de los lomeríos y colinas

de las estructuras de la Formación geológica La Mesa, (**Tsm**). (Secuencia: DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN, CARGUE y TRANSPORTE).

\_La segunda aplicara el MÉTODO DE FRANJAS EN CORTE Y RELLENO SUPERFICIAL, mediante la profundización de cortes en las vegas y sectores planos relacionados con las rocas del Abanico de Armero, (**Qar**) y los depósitos coluviales, (**Qt**). (Secuencia: DESARROLLO, PREPARACIÓN, EXPLOTACIÓN, CARGUE y TRANSPORTE).

Ambos métodos utilizaran un sistema mecanizado, retroexcavadora para el arranque y cargue del material; doble troques para el transporte del mineral. En el Método de Explotación Tipo Cantera, el arranque se hace simultáneamente con aplicación de chorro de agua a presión, (para el ablandamiento de las puzolanas), con motobomba y mangueras, utilizando las aguas lluvias de los reservorios y del sistema de piscinas sedimentadoras, (en las cuales se recircula el agua y se extraen las arenas lavadas).

**7.6.1 Diseño Geométrico de la Explotación.** Estos se explican en el Plano 5, para cada uno de los métodos que se aplicaran en los diferentes frentes de la siguiente manera:

\_ **MÉTODO DE EXPLOTACIÓN SUPERFICIAL TIPO CANTERA:** En algunos Sectores se tienen previstos los diseños de Taludes Finales, (con altura de Banco de 10 m; Ancho de Berma entre 10 y 12 m; Angulo de la cara del Talud final entre 80° a 85° y en la base de cada Talud se construirá la respectiva cuneta de drenaje; en cuanto al diseño de cada cantera se organizaran niveles de explotación con alturas de banco de trabajo de 5,0 m ancho de banco de explotación de 10,0 m a 15,0 m; ángulo de la cara del talud de trabajo de 85°,

construyendo cunetas para el drenaje, conectadas al sistema de las piscinas de sedimentación.

**\_MÉTODO DE EXPLOTACIÓN DE FRANJAS EN CORTE Y RELLENO SUPERFICIAL.** El diseño implica la apertura de un foso rectangular de 70 m de largo por 50 m de ancho con una profundización máxima de 15,0 m. Luego de extraído el material económicamente explotable, cada zona es finalmente retrollenada con material proveniente de los limos de las piscinas de sedimentación, para finalmente retornarles el suelo y hacer la recuperación geomorfológica.

**7.6.2 Caracterización de la Carga de Fondo.** No aplica, puesto que este ítem tiene relación con la extracción de materiales de arrastre. No obstante para el caso de los sectores de placeres aluviales, (método de corte profundizando franjas con relleno), existes una medida de control, de acuerdo con el resultado de los análisis de Geoeléctrica SEV, se considera que en el Sector Sur se debe tener un factor de seguridad para proteger el acuífero relacionado con la zona de Quebrada Seca, (Acuífero semiconfinado, el cual se encuentra a una profundidad de aproximadamente 20 m, con respecto al nivel del terreno actual).

**7.6.3 Determinación de la Línea de Thalweg.** No aplica puesto que este ítem tiene relación con la extracción de materiales de arrastre. En el caso de este proyecto para la conformación de las canteras se diseñan los **Taludes Finales para el control de la estabilidad del macizo rocoso**; los cuales están indicadas en el diseño presentado en los planos 5, 6 y 7 respectivamente.

**7.6.4 Profundidad máxima a alcanzar.** Con respecto al nivel del terreno en los Sectores y Frentes de las vegas, el nivel máximo de profundización será de 15,0 m.

**7.6.5 Diseño de Obras Hidráulicas.** Estas consisten en la construcción de un Jagüey, a manera de lago artificial para almacenar las aguas lluvias, de este se toman por gravedad o mediante bombeo las aguas que ingresan al sistema de piscinas de sedimentación; de la última piscina el agua es bombeada nuevamente a la primera, para un circuito cerrado de reuso del agua. Las aguas son bombeadas a los frentes de arranque, (desde la última piscina), y regresan por las cunetas de la cantera a la primera piscina sedimentadora. Véase plano 8.

**7.6.6 Secuencia de Explotación.** A partir de la cota más alta, (en cada Frente de Explotación), y siguiendo cada 5 metros en la vertical, se realizarán cada uno de los niveles, (tres niveles descendentes que serán explotados simultáneamente), según secuencia de extracción, llegando al final con dos terrazas desde la cota 300 msnm a la cota 240 msnm. Una vez determinado el límite de cada talud final se iniciarán las obras de estabilización del sector en forma inmediata. El arranque se efectuará con retroexcavadoras. Véase Planos 5 - 7. Las labores tendrán la siguiente secuencia:

\_ **Desarrollo.** Consiste en el avance de las vías de acceso hacia cada uno de los Frentes de Explotación, para los nuevos cortes de trabajo, y la conformación de estos se realiza con ayuda de un buldócer.

\_ **Preparación.** En esta etapa se tiene como objetivo principal la remoción de la capa vegetal, el horizonte orgánico y la zona de alteración de la roca a explotar que varía de 0,10 m a 0.25 m de espesor; dicho material es dispuesto

transitoriamente en áreas próximas al talud final con el propósito de hacer la transferencia en esta zona y para ser utilizado en la recuperación geomorfológica de las zonas y de los Taludes Finales.

**\_ Arranque.** La extracción del mineral se realiza con la ayuda de retroexcavadoras, en épocas de invierno se utilizarán sobre orugas y en épocas de verano se podrán utilizar equipos sobre llantas, dependiendo de los rendimientos.

**\_ Cargue y Transporte.** El proceso de cargue del material se realiza con la ayuda de las mismas retroexcavadoras y dependiendo de la demanda de la planta se podrá incluir un cargador. El transporte del mineral despachado se efectuará en volquetas y doble troques, de acuerdo con el programa de despachos. Las Guías técnicas aplicadas, además de considerar las normas técnicas de seguridad indicadas en el Decreto 2222 de 1993, estarán complementadas con las Fichas de Manejo indicadas por la Autoridad Minera y la Autoridad Ambiental, conforme a lo indicado en el Plan de Manejo Ambiental.

**7.6.7 Volumen, Almacenamiento, Transporte, Disposición de Material y Estéril.** El proyecto minero tiene una meta de producción de gravas, arenas, arcillas y concentrados de oro del orden de 20.000 m<sup>3</sup>/mes, el 80% es arrancado y cargado directamente con destino a la Planta de Beneficio ubicada en el área del Título Minero; el restante 20% es apilado en el patio de acopio para ventas directas de arena y para mantenimiento de las vías. Este proyecto no tiene previsto generar material estéril, pues el suelo es removido y ubicado transitoriamente, cerca de cada frente de explotación, para ser utilizado en la posterior recuperación geomorfológica de los terrenos.

**7.6.8 Dimensionamiento y Localización de Zonas de Acopio y Botaderos.** Para las zonas de acopio de material de base granular se tiene un área de aproximadamente 2,0 Ha, según se indica en el Plano 8. Se tiene previsto, a la fecha, generación de descapote, es decir los denominados estériles, (técnicamente el material es utilizado para el retrolenado de las explotaciones en las zonas de vegas, en el corte y relleno de las franjas).

**7.6.9 Duración de la Explotación.** Si bien el Contrato de Concesión indica una duración de 24 años para la fase de explotación, con el estimativo de reservas probadas del orden de 33'885,370 y con una producción de 240.000 m<sup>3</sup>/año es de esperar una vida útil de unos 141 años aproximadamente.

**7.6.10 Plan de Obras y Cronograma de Ejecución.** Este se presenta en el (Anexo IV-II), correspondiente con las actividades del Plan de operaciones del proyecto integradas con el PTO.

**7.6.11 Equipos y Maquinaria.** Se tendrán en operación simultáneamente tres (3) Frentes de explotación; estarán operando inicialmente tres (3) excavadoras, un buldózer. En el Patio de Acopio se tendrá operando la retroexcavadora sobre llantas, Motobombas de 2 a 4 pulgadas con sus accesorios para al arranque de la arenas y se tendrá un carro tanque para las labores de riego de agua por las vías, (principalmente en épocas de verano).

**7.6.12 Infraestructura.** Se tiene un área lista para la ubicación de un taller, restaurante, sanitarios, duchas, oficina administrativa, caseta de capacitación, caseta de despachos (para el funcionamiento de un campamento destinado a veinte personas), aunque el proyecto inicia operaciones con 14 operarios directos y un administrativo. Para realizar el proyecto minero en el área del contrato de

concesión IL5-14011, se debe construir lo siguiente: oficinas para administración, instalaciones sanitarias, una batería de 6 sanitarios, 6 duchas, lavamanos y una batería sanitaria para damas, en total de 200 m<sup>2</sup>, pozo séptico para el manejo y disposición de aguas servidas, almacén, taller, caseta con planta generadora de energía eléctrica, caseta para portería, áreas a construir:

**7.6.13 Actividades de Transporte y Movilización Interna.** El transporte principal por las vías internas y externas es en doble troques; los recorridos son desde cada frente en operación hasta la planta de beneficio ubicada en el municipio de Cambao. También circularán vehículos, (volquetas principalmente), para el transporte de las bases granulares; adicionalmente se tendrá una volqueta sencilla de la empresa para las actividades de mantenimiento de vías. También se tiene la circulación del carro-tanque en trabajos de aspersion con agua por las vías.

**7.6.14 Requerimientos de Energía, materiales de Construcción e Insumos.** Se cuenta con el servicio de energía eléctrica, (suministrada por ENERTOLIMA), la infraestructura de locaciones son inicialmente cinco (5) contenedores, instalados para el campamento; polisombra, elementos de oficina y suministros de dotaciones para el personal; luego se construirán en prefabricado las instalaciones del campamento, oficinas, baterías sanitarias, bascula y caseta de control.

En cuanto a los combustibles y lubricantes, estos serán suministrados directamente mediante canecas de 55 galones llevados diariamente por una volqueta a la mina y será suministrado directamente a los equipos. El consumo de combustible (ACPM) de los equipos del proyecto se resume en el cuadro 11 donde se aprecia que el consumo mensual de combustible será de 15.000 galones

*CUADRO 11. Proyección del consumo de combustible para maquinaria y equipos.*

EQUIPO	MARCA	CANTIDAD	GAL/Hora	Horas/Día	Consumo Galón/ Día
Excavadoras	Caterpillar	3	5	8	120
Volquetas	Tipo doble troque	15	4	8	480
Motoniveladora		1	3	2	6
<b>TOTAL ACPM</b>					<b>606</b>

**7.6.15 Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano, Industrial y Contingencia.** Para consumo humano se cuenta con agua adquirida de las empresas embotelladoras; para los servicios de aseo y duchas se tiene agua del acueducto veredal; en el tema del agua de uso industrial, ésta será tomada de los pozos profundos, (solicitados para este proyecto), de los reservorios que se tienen para captar aguas lluvias y de las piscinas de sedimentación.

**7.7. ASPECTOS DE MONTAJE:**

**7.7.1 Accesos Internos al Área de Interés.** La zona ya cuenta con vías de acceso por ser un sector de fincas ganaderas. Según se indicó en el Cuadro 8, están los tramos que utilizará el proyecto. Luego para el acceso a cada Frente de Explotación (según el Sector), se deberán construir las respectivas vías de acceso (aspecto que se indica en el Plano 8).

**7.7.2 Vías Existentes.** Éstas se describieron con sus recorridos, en el Cuadro 8, una vez se tenga viabilidad ambiental se definirá la servidumbre sobre el tramo de

la ruta más corta, (iniciando desde el Sector Sur), conectando con la salida a la vía Maracaibo – Santuario – Cambao, en un recorrido de 14 Km.

**7.7.3 Nuevos Accesos.** En el Plano 8 se indican los trazos que están proyectados para el desarrollo de los trabajos en los Sectores Central y Norte, previstos a partir de los periodos de los años 2030 y 2035 respectivamente.

**7.7.4 Instalaciones y Adecuaciones.** Las descritas en el ítem 7.6.12 que para su montaje solamente se debe hacer la nivelación del terreno y la colocación de las bases que son en concreto para el montaje de los contenedores.

**7.8. OPERACIÓN MINERA.**

La etapa contractual del proyecto ante la Agencia Nacional de Minería es la de explotación, por lo tanto, el siguiente paso es hacer la solicitud de la Licencia Ambiental como requisito para poder iniciar actividades. Puesto que se trata de un proyecto de minado superficial (conformación de niveles de corte descendentes tipo cantera), el área del Título se dividió en tres (3) Sectores de explotación con los correspondientes Frentes por cada Sector de Explotación y la duración proyectada. Esta actividad cuenta con un protocolo de procedimiento, el cual es estándar para cada Frente de Explotación según el método de explotación se ejecuta así:

\_ **MÉTODO DE EXPLOTACIÓN SUPERFICIAL TIPO CANTERA.** Con la retroexcavadora se verifica el avance de la preparación y el desarrollo, siempre se tiene un área preparada de mínimo 7 m de avance; se marca el nivel superior de corte para demarcar un frente de 50 m de largo por 12 m de ancho y una altura de 5,0 m; luego se conecta el acceso del banco superior con el siguiente nivel descendente y de este con la vía de acceso; así queda listo el frente para iniciar

el arranque y cargue, (las doble troques llegan justo al frente de arranque y el cargue se hace directamente, aunque hay espacio para acopiar carga temporalmente para luego cargar el siguiente vehículo).

**\_MÉTODO DE EXPLOTACIÓN DE FRANJAS EN CORTE Y RELLENO.** Este es el aplicado en las zonas bajas de vegas (aledañas a cada Frente), requiere que la retroexcavadora efectúe el movimiento de la cobertura de suelo (en el área previamente marcada). El corte se profundiza máximo 15,0 m; simultáneamente con el corte se va haciendo el retrolenado para que la misma retroexcavadora realice la cimentación y luego la recuperación; cada área se georeferencia para el seguimiento de los avances.

## **7.9. BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN.**

Este proceso se efectuará en la zona del proyecto ya que la empresa cuenta con un área en la finca de su propiedad. También porque el material será comercializado tanto crudo, clasificado, triturado y beneficiado, (Ver Anexo IV-I).

**7.9.1 Manejo de residuos sólidos.** Este aspecto tiene un programa de recolección, clasificación y comercialización, desde puntos ecológicos instalados en la zona de oficina y los accesos a cada Frente de explotación; los detalles están indicados en la Ficha CME-07-20, Ítem 12.1.5.

**7.9.2 Manejo de residuos líquidos.** Para el manejo de combustibles, grasas y aceites se tiene el Plan de Manejo según la Ficha CME-07-10; Ítem 12.1.6.

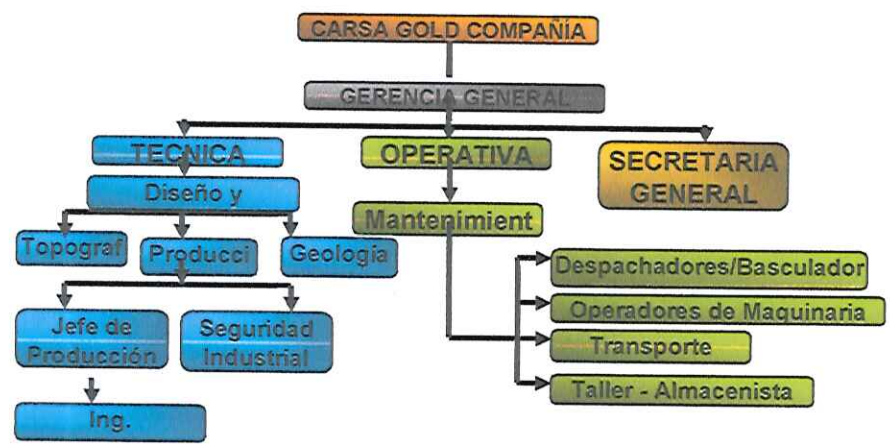
### 7.10. PRODUCCIÓN Y COSTOS.

En el Anexo IV-I, (Item 9.1), se presentan los aspectos financieros y la relación de Costos de Inversión, Costos Operativos y Rentabilidad de la explotación y comercialización, para una proyección de producción de 20.000 m<sup>3</sup>/mes, Según lo aprobado en la actualización del Programa de Trabajos y Obras "PTO, por la Agencia Nacional de Minería.

### 7.11. ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto ante la agencia nacional de minería le resta 24 años de explotación; pero se puede prorrogar a 30 años más; esto no implicaría problemas con el material ya que las reservas probadas nos dan una duración de 141 años con una producción anual de 20.000 m<sup>3</sup>/mes. El diagrama de la Figura 2 presenta el organigrama de los aspectos administrativos y operativos del proyecto.

FIGURA 2. Organigrama de los aspectos administrativos y operativos del proyecto.



### **7.12. CATEGORIZACIÓN DE RECURSOS Y RESERVAS MINERAS.**

**7.12.1 Estimación de recursos totales (RECT).** Con la verificación de los afloramientos y litologías, se completó la información geológica, que permitió hacer la correlación estratigráfica; luego con ayuda del AUTOCAD, se generaron los Perfiles, (Pg-01 al Pg-14), en la dirección W – E, separados entre sí 500 m; tomando las áreas promedio entre perfil consecutivo y multiplicando por la separación entre cada uno se estimaron reservas explotables de aproximadamente **33'885.670 m<sup>3</sup>**; en cuanto a los concentrados de oro y plata, (0,130 gr/m<sup>3</sup>), para un estimado anual de **31.200 gr** de Au. El porcentaje de arenas es del 38% y de gravas del 44%, mientras que el restante es puzolana con un 12% y el suelo con un 6%; dicho cálculo se presentó en el Cuadro 12:

**CUADRO 12. Resultados del cálculo para estimativo de reservas del Título IL5-14011.**

PERFIL	AREA POR SECCION, (m <sup>2</sup> )				VOLUMEN POR SECCION, (m <sup>3</sup> ), Reservas Probadas				RESERVAS PROBABLES, (m <sup>3</sup> ), hasta cota 605 msnm		
	2200 m	Gravas, (Qar)	Gravas, (Qt)	Gravas, (Tsm)	SUELO	Gravas, (Qar)	Gravas, (Qt)	Gravas, (Tsm)	Gravas, (Qar)	Gravas, (Qt)	Gravas, (Tsm)
A - A'	302,140	0,000	654,150	4.444,020							
B - B'	207,180	0,000	2.825,240	7.520,180	127.330,000	0,000	869.847,500	2.991.050,000	0,000	1.130.801,750	3.888.365,000
C - C'	402,250	0,000	0,000	7.204,860	152.357,500	0,000	706.310,000	3.681.260,000	0,000	918.203,000	4.785.638,000
D - D'	378,560	754,340	0,000	4.220,180	195.202,500	188.585,000	0,000	2.856.260,000	245.160,500	0,000	3.713.138,000
E - E'	284,250	628,320	0,000	6.780,950	165.702,500	345.665,000	0,000	2.750.282,500	449.364,500	0,000	3.575.367,250
F - F'	158,740	378,320	0,000	457,360	110.747,500	251.660,000	0,000	1.809.577,500	327.158,000	0,000	2.352.450,750
G - G'	145,280	2.207,070	0,000	434,896	76.005,000	646.347,500	0,000	223.064,000	840.251,750	0,000	289.983,200
H - H'	187,500	2.247,450	0,000	964,060	83.195,000	1.113.630,000	0,000	349.739,000	1.447.719,000	0,000	454.660,700
I - I'	153,400	914,740	0,000	9.353,132	85.225,000	790.547,500	0,000	2.579.298,000	1.027.711,750	0,000	3.353.087,400
J - J'	185,440	874,260	0,000	7.584,360	84.710,000	447.250,000	0,000	4.234.373,000	581.425,000	0,000	5.504.684,900
K - K'	204,740	902,450	0,000	3.218,670	97.545,000	444.177,500	0,000	2.700.757,500	577.430,750	0,000	3.510.984,750
L - L'	324,590	302,570	1.215,320	1.854,280	132.332,500	301.255,000	303.830,000	1.268.237,500	391.631,500	394.979,000	1.648.708,750
M - M'	105,470	0,000	378,250	1.328,896	107.515,000	75.642,500	398.392,500	795.794,000	98.335,250	517.910,250	1.034.532,200
N - N'	114,540	208,670	809,700	325,832	55.002,500	52.167,500	296.987,500	413.682,000	67.817,750	386.083,750	537.786,600
<b>TOTAL</b>					<b>1.472.870,00</b>	<b>4.656.927,50</b>	<b>2.575.367,50</b>	<b>26.653.375,00</b>	<b>6.054.005,75</b>	<b>3.347.977,75</b>	<b>34.649.387,50</b>
					<b>TOTAL RESERVAS PROBADAS 33.885.670,00</b>			<b>TOTAL RESERVAS PROBABLES 44.051.371,00</b>			

**Frontes de Explotación.** El orden se debe a los resultados de la caracterización de los materiales a explotar, a las ventajas de propiedad de los predios y a las condiciones estructurales de las zonas; así como a la posibilidad de construcción y adecuación de los accesos a los mismos; los Sectores y Frontes de explotación se indican en los Planos 4 - 5 y el Cuadro 13:

**CUADRO 13.** Fases para el desarrollo del proyecto de explotación.

SECTOR/(AÑOS)	FRENTE DE EXPLOTACION	CODIGO	AREA
SUR, (2019 - 2024)	Sector Sur - Frente 01	S-F-01	98,2045
	Sector Sur - Frente 02	S-F-02	100,8495
	Sector Sur - Frente 03	S-F-03	138,8625
<b>SUBTOTAL</b>			<b>337,9165</b>
CENTRAL, (2025 -2034)	Sector Central - Frente 01	S-C-01	110,5878
	Sector Central - Frente 02	S-C-02	98,2570
	Sector Central - Frente 03	S-C-03	18,8366
	Sector Central - Frente 04	S-C-04	80,0316
	Sector Central - Frente 05	S-C-05	79,2034
	Sector Central - Frente 06	S-C-06	84,0317
	Sector Central - Frente 07	S-C-07	84,1970
	Sector Central - Frente 08	S-C-08	102,5485
	Sector Central - Frente 09	S-C-09	123,5153
<b>SUBTOTAL</b>			<b>781,2089</b>
NORTE, (2035 - 2039)	Sector Norte - Frente 01	S-N-01	85,4214
	Sector Norte - Frente 02	S-N-02	65,2018
	Sector Norte - Frente 03	S-N-03	90,1477
	Sector Norte - Frente 04	S-N-04	68,0076
	Sector Norte - Frente 05	S-N-05	23,3861
<b>SUBTOTAL</b>			<b>332,1646</b>
<b>TOTAL</b>			<b>1451,2900</b>

**7.12.1.1. Recursos estáticos (RECE).** No aplica, puesto que no se explotan materiales de arrastre.

**7.12.1.2. Recursos dinámicos (RECD).** No aplica, pues no se explotan materiales de arrastre.

**7.12.2 Estimación de reservas totales (REST).** No aplica, pues no se explotan materiales de arrastre.

**7.12.2.1. Reservas dinámicas (RESD).** No aplica, pues no se explotan materiales de arrastre.

**7.12.2.2. Reservas estáticas (RESE).** No aplica, pues no se explotan materiales de arrastre.

## 8. IDENTIFICACIÓN DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

### 8.1. AREA DE INFLUENCIA DIRECTA, (AID).

Una vez efectuada la caracterización ambiental y social del área de influencia del proyecto de explotación minera, se continúa con la zonificación, para lo cual se tuvieron en cuenta, las unidades del componente rural según lo establecido para el componente rural del EOT del municipio, indicadas en los Cuadros 14 y 15.

CUADRO 14. Área de influencia directa (AID)

Área	Descripción
<p>Zona de explotación de materiales de construcción, (gravas, arenas), concentrados de oro y demás concesibles.</p>	<p>Corresponde a 1992,27 hectáreas donde se realizará la explotación a cielo abierto en jurisdicción de las Veredas Maracaibo y Méndez del Municipio de Armero Guayabal. Del Departamento del Tolima.</p> <p>La extracción de material se realizará mediante diferentes frentes de explotación y preservando las zonas declaradas de exclusión y cumpliendo con las diferentes medidas ambientales para las zonas de explotación con restricciones y zonas de explotación.</p> <p>Dentro de estas áreas también se localizan las áreas de campamento, patios temporales de acopio y vías internas a los frentes de explotación.</p>

**CUADRO 15.** Zonificación de las zonas de influencia directa Titulo Minero IL5-14011.

ZONA	CATEGORIA	SIMBOLO	AREA	
			HAS	%
Áreas de especial significancia ambiental	Humedales (lagunas)	H	19,62	0,986
Recuperación ambiental	Recuperación	RE	970,50	48,713
Áreas de amenaza natural	Susceptibilidad a inundación, lodos y lahares	SAI / SAV	41,52	2,084
Áreas de producción económica	Agricultura intensiva	TA1	850,35	42,683
	Agrosilvopastoril	TM2	110,35	5,534
<b>TOTAL</b>			<b>1992,01</b>	<b>100,00</b>

**8.1.1 Áreas de especial significancia ambiental, (H).** Se destacan las áreas de vocación proteccionista que merecen ser conservadas y protegidas por razones de su biodiversidad, flora, fauna, suelos, entorno y memoria histórico, en este caso un cuerpo artificial de agua conocido como Laguna Botello, la cual cubre un área de 19,65 hectáreas y que corresponde al 0,986% del área total de influencia del proyecto minero (ver Plano 19). Adicionalmente, aunque no aparecen las Áreas Arqueológicas, (ARA), se consideró el Plan de Manejo de Rescate Arqueológico, ante el evento de algún hallazgo en esta zona. (Ver Anexo III).

**8.1.2 Áreas de recuperación ambiental, (RE).** Son áreas con diferentes tipos de degradación del suelo como erosión en surcos, cárcavas, laminar, terracetas, zanjones, entre otras; se presentan en una extensión de 970,50 Hectáreas, correspondientes al 48,713 % del área de influencia directa del proyecto minero; reglamentadas conforme a los Artículos 85, 86 y 87, (del EOT), del uso del suelo, áreas en las que se permitirán los siguientes usos:

**\_Uso Principal:** La conservación y restauración ecológica.

**\_Uso Compatible:** Se sugieren las actividades silvopastoriles.

**\_Uso Condicionado:** Vías de comunicaciones e infraestructura de servicios y minería.

**\_Uso Prohibido:** Todas aquellas actividades que generen o acentúen los procesos erosivos como las quemas, rocería, tala rasa, y usos urbanos.

Aspectos a tener en cuenta en la transformación geomorfológica del suelo y los usos futuros para la recuperación de los mismos, pues en las zonas de USO CONDICIONADO se plantean diseños de explotación minera y recuperación geomorfológica para el aprovechamiento racional de los recursos.

**8.1.3 Áreas de Amenaza Natural, (SAI / SAV).** Áreas susceptibles por fenómenos de inundación, por flujos de lahares, corresponden a un 2,084% dentro del área del proyecto. No serán objeto de intervención de actividades de explotación minera, (están en el extremo nororiental en la zona protectora del rio Sabandija).

**8.1.4 Áreas de producción económica.** Son áreas destinadas a la producción sostenida de alimentos y/o materias primas en donde el territorio presenta mayores capacidades para este uso; de acuerdo a la aptitud de los suelos, en el área de influencia del proyecto se encuentran: áreas de producción económica, agricultura intensiva, (TA1) y áreas de producción Agrosilvopastoril, (TM2).

- **Áreas de producción económica agricultura intensiva (TA1).** Son áreas aptas para la explotación de cultivos semestrales mecanizados, con empleo de insumos agrícolas y maquinaria, caracterizadas por presentar relieve plano a casi plano, sin erosión aparente, en donde se pueden desarrollar

actividades agropecuarias de alto rendimiento económico. Dentro del Título hay un 42,683% y según el Artículo 95, (Reglamentación del Uso según el EOT); se permitirán cuatro tipos de usos:

**\_Uso Principal:** Agricultura mecanizado o altamente tecnificado, se debe dedicar como mínimo el diez por ciento (10 %) del predio para uso forestal protector para promover la formación de la malla ambiental en predios mayores de 50 Ha.

**\_Uso Compatible:** La construcción de vivienda para el propietario, trabajadores y establecimientos institucionales de tipo rural.

**\_Uso Condicionado:** Cultivos de flores, agroindustria, granjas avícolas, cunículas y porcícolas, minería a cielo abierto y subterráneo y su infraestructura de servicios.

**\_Uso Prohibido:** Centros vacacionales, usos urbanos y suburbanos, industriales y construcciones de vivienda campestre.

- **Áreas de producción económica sistema agrosilvopastoril (TM2).** Se destinaron las áreas que combinan los cultivos limpios, semibosque, pasto para ganadería semintensiva y uso forestal protector productor. La explotación de esta tierra se debe hacer en forma racional y bajo estrictas medidas de conservación de suelos, se definieron para esta unidad una superficie de 110,25 hectáreas equivalentes al 5,534% del área de influencia total. Para esta área se permitirán establecer los siguientes usos:

**\_Uso Principal:** Agropecuario tradicional, forestal y pastoreo; se debe dedicar como mínimo el 10% del predio para uso forestal protector - productor para promover la formación de la malla ambiental en predios mayores de 50 Ha.

**\_Uso Compatible:** La construcción de vivienda del propietario del predio y

trabajadores, establecimientos institucionales de tipo rural, granjas avícolas, cunículas y silvicultura.

**\_Uso Condicionado:** El cultivo de flores, granjas porcícolas, recreación, vías de comunicación, infraestructura de servicios, agroindustria, parcelaciones rurales y minería.

**\_Uso Prohibido:** La agricultura mecanizada, usos urbanos y suburbanos, industria de transformación y manufacturera.

### **8.2. AREA DE INFLUENCIA INDIRECTA, (AII).**

Para esta zonificación se tuvieron en cuenta los mismos parámetros que para la anterior, solo que se verificaron los sectores tales como el tramo del río Sabandija, en el extremo norte del título minero, (véase Cuadro 16). Corresponde al Municipio de Armero Guayabal, específicamente al sector donde se localizan las Veredas Maracaibo y Méndez y el tramo de la Vía que conduce hacia Santuario y posteriormente al Municipio de Cambao en el Departamento de Cundinamarca.

De acuerdo con las obras civiles por ejecutar, se identifican los siguientes componentes espaciales y socioeconómicos:

**CUADRO 16.** Zonificación de las zonas de influencia indirecta.

ZONA	CATEGORIA	SIMBOLO	AREA	
			HAS	%
Áreas de especial significancia ambiental	Tramo del rio Sabandija	S	7.50	1.973
Infraestructura vial	Vías verdes	Vr	57.40	15.105
Áreas de amenaza natural	Susceptibilidad a inundación, lodos y lahares	SAI / SAV	81.6	21.474
Áreas de producción económica	Agricultura intensiva	TA1	3.50	0.921
	Agrosilvopastoril	TM2	230.00	60.527
<b>TOTAL</b>			<b>380.00</b>	<b>100,00</b>

- **Corredores viales:**

Hay incidencia directa durante el proceso de transporte de materiales crudos hasta la planta de beneficio con la vía de tipo secundaria que comunica al municipio de Armero Guayabal con la Vereda Maracaibo y de la escuela de la Vereda Maracaibo al Municipio de Cambao, ya que en un trayecto de aproximadamente 27,35 Kilómetros se empleara estas vías para el transporte de los materiales generados en los frentes de explotación hasta la planta de beneficio, que se localizan en jurisdicción del Municipio de Cambao.

- **Asentamientos de Población:**

El centro poblado de Méndez se encuentra a unos cinco (5) kilómetros del extremo Nororiental del título minero; en el ítem 9.3.2.1 se indican los aspectos socio económicos de dicho asentamiento.

El otro núcleo poblado se encuentra en el extremo Suroccidental del área del título minero, aproximadamente a 3.5 kilómetros y allí se encuentra el colegio Jiménez de Quezada; de igual manera que el entorno socio económico en el ítem 9.3.2.1

## 9. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.

### 9.1. MEDIO ABIÓTICO

**9.1.1 Clasificación tipo de río a intervenir.** Este NO aplica puesto que este proyecto no incluye los materiales de arrastre relacionados con el Río Sabandija. Por tanto, se desarrollan los aspectos que permiten describir y caracterizar el medio.

**9.1.2 GEOLOGÍA.** Este tema se presenta en el Anexo IV-I y en Capítulo 7 Ítem 7.4; y se complementa así:

**9.1.2.1 Geología Regional.** La evolución geológica ocurrida en el área de influencia del proyecto, de acuerdo con los registros geológicos, estudiados, analizados e interpretados, por diferentes autores, nos permiten definir un marco geológico general y un mejor entendimiento de cada una de las litologías existentes en el área de estudio y sobre el origen y la evolución orogénica de la zona desde el Precámbrico. Por lo anterior, se conoce, que esta gran región formaba parte de un "mega terreno" cuyo basamento se encontraba conectado probablemente al Escudo de Guayana (Irving, 1971)<sup>1</sup>. Desde mediados del Precámbrico cuando se desarrolla una cuenca marina en la que se depositan sedimentos clásticos con importantes aportes ígneos alcalinos (Figura 3.).

Durante el retiro del mar, en el Triásico, se depositaron las rocas de la Formación Payande y a su vez se inició el vulcanismo (ácido a intermedio), con extrusión de lavas y rocas piroclásticas de la Formación Saldaña. Este vulcanismo es precedido o simultáneo con la formación de un graben o rift supracontinental, el

<sup>1</sup> IRVING, E. M., 1971. La Evolución Estructural de los Andes más Septentrionales de Colombia. SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. Boletín Geológico. Volumen 19, No. 2, p.1-89. Bogotá.

cual generó fallas normales profundas, Estas facilitaron el ascenso del material volcánico.

Posteriormente, durante el Jurásico medio a tardío, se inicia la etapa de transgresión, y se origina el Batolito de Ibagué; este mismo evento generó plegamiento y fallamiento, principalmente en dirección nororiente - suroriente, el cual interrumpe la sedimentación de la cuenca, produce el levantamiento de las unidades jurásicas y por ende su erosión.

Después de un período de erosión o no depósito (que llega hasta al Cretácico Tardío) comienza un aumento de espacio de acomodación que generan depósitos continentales (F. Caballos Inferior) y el posterior avance del mar cretácico durante el Aptiano; este mar ocupó las áreas más bajas de la cuenca, allí se depositó la Formación Caballos Medio y Superior, seguida por depósito de sedimentos terrígenos finos, en una plataforma interna que estaba sufriendo subsidencia y aumentos relativos del nivel del mar (Lutitas negras sin denominación), la cual marca el mayor ascenso relativo del nivel del mar con el depósito, en el Turoniano, de lodolitas calcáreas, liditas y chert (Formación Hondita). Durante el Coniaciano se inicia el depósito de lodolitas calcáreas en un medio más somero que el anterior.

En el Coniaciano tardío – Santoniano temprano, se produce sedimentación pelágica y hemipelágica, con producción de chert; este evento continúa hasta el Campaniano temprano, donde comienza la sedimentación clástica fina hasta el Maestrichtiano, cuando por efecto de regresión forzada (resultado de tectónica de transpresión) se depositan arenitas de cuarzo y conglomerados en un ambiente litoral, como producto de torrentes que se depositaban en el frente montañoso de la Cordillera Central. Durante el Maestrichtiano y el Paleoceno temprano, el depósito se produjo en ambientes con afinidad continentales; de ahí hasta el Eoceno medio ocurre un fuerte evento tectónico de transpresión, que invierte las

fallas normales preexistentes y levanta la región, y hace que sean erodados sedimentos que se depositaron previamente, o no se produzca sedimentación.

La Figura 3, de manera general, muestra la evolución geológica desde el Jurásico al presente. La información específica relacionada con unidades estratigráficas, se presenta de acuerdo con la simbología establecida en la Carta Estratigráfica Internacional - 2000 de la IUGS (International Unión of Geological Science).

✓ **Grupo Honda (Tsh).**

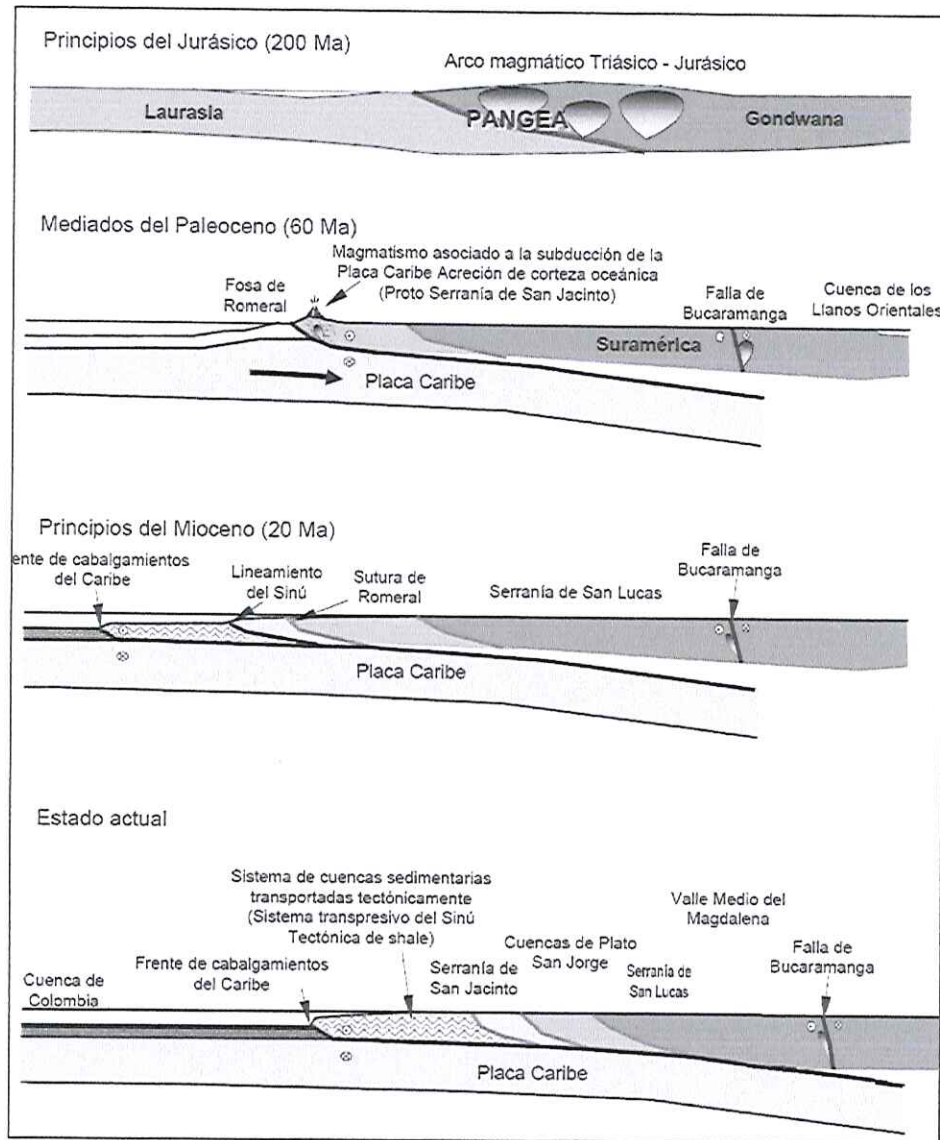
Nombre introducido por Hettner (1892), para designar una arenita típica, gris verdosa. El Grupo Honda está conformado por dos niveles: el inferior consta de capas gruesas de arenitas conglomeráticas, verdes amarillas, feldespáticas y líticas, con cantos de andesita y rocas metamórficos con mucha mica, a veces calcáreas, con alto contenido de minerales pesados; intercaladas ocurren capas delgadas a medias de lodolitas rojas a abigarradas, las cuales forman pequeños valles.

El nivel superior se caracteriza por una sucesión alternante, más marcada, de arenitas cuarzo feldespático, de grano medio a conglomeráticas, verde, amarillo, micáceo, algo calcáreo, con cantos de andesitas, en capas gruesas, con estratificación cruzada tangencial de bajo ángulo, intercalados con capas gruesas de arcillolitas fósiles, abigarradas. En este nivel es común encontrar niveles de concreciones de arenita bastante calcárea.

En el sector de Carmen de Apicalá, Stirton (1953) cita restos de Siluri y Peraformes, Pelomeducidae, Alligatoridae, Leontiniidae, Tacontidae y Astrapotheriidae. Posteriormente, Langston (1965) determina Eocaiman sp. Y Caimán neinensis en el Grupo Honda. Según Stirton (1953), la edad del Grupo Honda sería oligoceno tardío y las faunas restantes halladas en el sector de

Carmen de Apicalá, corresponderían al Mioceno tardío. Así, la edad del Grupo Honda quedaría comprendida entre el Oligoceno tardío y el Mioceno tardío. El Grupo Honda es un depósito de edad mioceno que pudo empezar desde el Oligoceno tardío.

Figura 3. Modelos geológicos conceptuales generalizados, que ilustran la evolución geodinámica de la zona.



Fuente: LÓPEZ, E., 2005<sup>2</sup>

2

LÓPEZ, E., 2005. Evolución Tectónica de la Región Caribe de Colombia, SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, Bogotá.

De Porta (1966), determina que las rocas sedimentarias del Grupo Honda se depositaron en un medio continental de tipo lagunar, afectada por ríos con sedimentación tranquila, que se hace más fuerte hacia el tope de la unidad.

### **Formación Mesa (Tsm)**

Butler (1942: 821-824), señala como sección tipo la sección que se encuentra al noroeste de Honda. Para Butler la Formación Mesa es una unidad bien estratificada que consta de abundante material volcánico representado por andesita, dacita, piedra pómez, ceniza volcánica, cuarzo, filitas y rocas metamórficas. La sucesión está formada por areniscas de grano grueso que alternan con aglomerados. También presenta capas de arcillas, limos y arenas de grano fino.

La Formación Mesa, está conformada por cuarzoarenitas arcillosas, litoarenitas y conglomerados con estratificación cruzada en artesa y planar. Es corriente observar en esta unidad capas delgadas de arcilla gris con apariencia tobácea intercalada con limos y arenas de grano fino. También se aprecian bancos gruesos de sublitoarenitas y arcosas líticas, de tamaño fino a grueso, tabular, irregular, masivo y ocasionalmente conglomeráticas. Petrográficamente los fragmentos líticos de estas arenitas líticas son predominantemente volcánicos de textura porfirítica, con abundantes minerales accesorios inestables (hornblenda), sedimentarios (lodolitas) en un porcentaje menor y algunos fragmentos metamórficos (cuarcitas), debido al notable predominio de los fragmentos volcánicos los cuales se observan sucios por alteración a sericita y caolín, se podrían clasificar también como arenitas volcánicas.