

OPTIMIZACIÓN DEL 50 % DE LA EXPLOTACIÓN ACTUAL DE GRAVAS
EN LA EMPRESA AGREGADOS BENNU S.A.S

JUAN CARLOS CASTAÑEDA PINILLA
CÓDIGO. 200720277

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD SECCIONAL SOGAMOSO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MINAS
SOGAMOSO

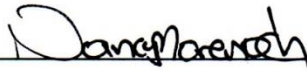
OPTIMIZACIÓN DEL 50 % DE LA EXPLOTACIÓN ACTUAL DE GRAVAS EN LA
EMPRESA AGREGADOS BENNU S.A.S

Proyecto Presentado Como Requisito Para Optar Al Título De Ingeniero de Minas
En La Modalidad de Práctica empresarial

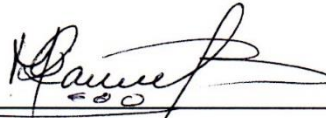
Director de proyecto:
Segundo Manuel Romero Balaguera
Ingeniero de Minas

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD SECCIONAL SOGAMOSO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MINAS
SOGAMOSO

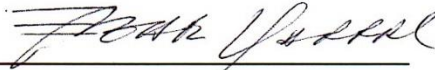
Nota de aceptación:



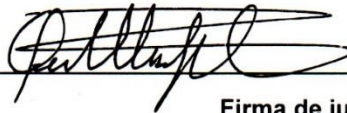
Firma presidente de sustentación



Firma del director del proyecto



Firma de jurado 1



Firma de jurado 2

Sogamoso, 23 de Agosto del 2018

AGRADECIMIENTOS

MI MÁS SINCERO AGRADECIMIENTOS A:

LA UNIVERSIDAD PÉDAGOGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA SECCIONAL SOGAMOSO, LA ESCUELA DE INGENIERIA DE MINAS, LA EMPRESA AGREGADOS BENNU S.A.S, A EL INGENIERO SEGUNDO MANUEL ROMERO BALAGUERA, AL CUERPO DE DOCENTES DE LA ESCUELA, A AURITA QUIJANO SECRETARIA DE LA ESCUELA, Y DEMAS PERSONAS PARTICIPES POR APORTAR MI FORMACION ACADEMICA Y SER DE GRAN APOYO PARA LOGRAR CULMINAR ESTE PROCESO DE VITAL IMPORTANCIA EN MI VIDA COMO FUTURO PROFESIONAL.

DEDICATORIAS

A Dios,

Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez. Eres quien guía el destino de mi vida.

A mi madre,

Tus esfuerzos son impresionantes y tu amor es para mí invaluable. Junto con mi padre me has educado, me has proporcionado todo y cada cosa que he necesitado. Tus enseñanzas las aplico cada día; de verdad que tengo mucho por agradecerte.

Tus ayudas fueron fundamentales para la culminación de mi proyecto de grado.

Te doy las gracias, madre.

A mi esposa,

La ayuda que me has brindado ha sido sumamente importante, estuviste a mi lado inclusive en los momentos y situaciones más tormentosas, siempre ayudándome. No fue sencillo culminar con éxito este proyecto, sin embargo siempre fuiste muy motivadora y esperanzadora, me decías que lo lograría perfectamente.

Me ayudaste hasta donde te era posible, incluso más que eso.

Muchas gracias, amor.

A mi hija,

Hija, eres mi orgullo y mi gran motivación, libras mi mente de todas las adversidades que se presentan, y me impulsas a cada día superarme en la carrera de ofrecerte siempre lo mejor. No es fácil, eso lo sé, pero tal vez si no te tuviera, no habría logrado tantas grandes cosas, tal vez mi vida sería un desastre sin ti.

Muchas gracias hijo, porque sin tu ayuda, no habría logrado desarrollar con éxito, mi proyecto de grado.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	8
LISTA DE IMÁGENES	9
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE ANEXOS	10
INTRODUCCIÓN	11
OBJETIVOS	12
OBJETIVO GENERAL	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1. ASPECTOS GENERALES	13
1.1. UBICACIÓN	13
1.2. CLIMA	14
2. GEOLOGÍA	15
2.1. GEOLOGÍA GENERAL	15
2.2. TIPO DE DEPÓSITO	20
2.3. GEOMORFOLOGÍA	21
3. MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	22
3.1. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA EXPLOTACIÓN	22
4. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	26
5. ALCANCES Y LIMITACIONES	28
6. ANÁLISIS SITUACIONAL DE LAS OPERACIONES MINERAS	29
6.1. ÁREAS DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	29
6.2. DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA	30
7. SITUACIÓN ACTUAL	31
7.1. EQUIPO Y MAQUINARIA	31
7.2. RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA	33
7.3. COSTOS	38
8. PROPUESTA PARA AUMENTAR RENDIMIENTO DE EXPLOTACIÓN.	43
8.1. RENDIMIENTO DE MAQUINARIA AMARILLA	43
8.2. MEJORAMIENTO DE VÍAS	44
8.3. ORGANIZACIÓN DE CARGUE	44

9. PROPUESTA PARA EL AUMENTO DE EXPLOTACIÓN.	45
9.1. PROPUESTA NÚMERO 1	46
9.2. PROPUESTA NÚMERO 2	46
9.3. PROPUESTA NÚMERO 3	47
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos Columna estratigráfica	25
Tabla 2. Planilla para relación de cargue de materiales	33
Tabla 3. Rendimientos excavadoras (Datos resumen tomados del informe de explotación de los meses de octubre a diciembre 2017)	34
Tabla 4. Planilla para relación de cargue de viajes internos.	35
Tabla 5. Rendimientos camión articulado (Datos resumen tomados del informe de explotación de los meses de octubre a diciembre 2017)	35
Tabla 6. Costos de cargadores.	38
Tabla 7. Personal área de explotación.	39
Tabla 8. Costo transporte por tipo de material.	40
Tabla 9. Resumen volumen de material explotado meses de octubre a diciembre 2017.	40
Tabla 10. Resumen costos de explotación meses de octubre a diciembre 2017	41
Tabla 11. Longitud de las vías principales del área de explotación.	43
Tabla 12. Ajuste de personal.	44
Tabla 13. Movimientos de material mes de enero 2018	46
Tabla 14. Costo de explotación mes de enero 2018	47
Tabla 15. Movimientos de material mes de febrero 2018	47
Tabla 16. Costo de explotación mes de febrero 2018	48
Tabla 17. Movimientos de material mes de marzo 2018	48
Tabla 18. Costo de explotación mes de marzo 2018	49

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Formación Conejo (K2C) se observa el alto grado de meteorización	16
Imagen 2. Afloramiento formación Areniscas duras (K2d)	17
Imagen 3. Gravas de Carupa (Q1C), vía Carmen de Carupa – Ubaté	19
Imagen 4. Diseño de explotación	25
Imagen 5. Puntos donde se realiza la columna estratigráfica	26
Imagen 6. Excavadora Komatsu Pc 200-1	30
Imagen 7. Excavadora Komatsu Pc 200-2	31
Imagen 8. Bulldozer D5C XL	31
Imagen 9. Camión articulado CAT-725	32
Imagen 10. Limpieza de vías.	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagen satelital con la ubicación del proyecto minero	13
Figura 2. Mapa de unidades geológicas superficiales	15
Figura 3. Diseño geométrico de la explotación que se debe realizar teniendo en cuenta la licencia ambiental 0917 del 31 de mayo de 2007	23
Figura 4. Columna estratigráfica	27
Figura 5. Verificación diaria de equipos	35

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Costo de explotación mes de octubre 2017	53
Anexo 2. Costo de explotación mes de noviembre 2017	54
Anexo 3. Costo de explotación mes de diciembre 2017	55
Anexo 4. Cronograma de mantenimiento.	56
Anexo 5. Formato inspección pre-uso volqueta	57
Anexo 6. Formato inspección pre-uso excavadora hidráulica	58
Anexo 7. Ficha de bulldozer para mantenimiento rutinario	59
Anexo 8. Ficha de maquinaria para mantenimiento rutinario	60
Anexo 9. Ficha de retroexcavadora para mantenimiento rutinario	61
Anexo 10. Vía 1 para el movimiento de crudo, con una longitud de 634 m	62
Anexo 11. Vía 2 para el movimiento de crudo, con una longitud de 979 m	63
Anexo 12. Vía 1 para el movimiento de estéril, con una longitud de 648 m	64
Anexo 13. Vía 2 para el movimiento de estéril, con una longitud de 333m	65
Anexo 14. Costo de explotación mes de enero 2018	66
Anexo 15. Costo de explotación mes de febrero 2018	67
Anexo 16. Costo de explotación mes de marzo 2018	68
Anexo 17. Plano de actualización topográfica Agosto 2017	68.
Anexo 18. Programa de mantenimiento equipos e instalaciones	68

INTRODUCCIÓN

En el presente informe contiene los resultados de la práctica realizada entre los meses de octubre 2017 a marzo de 2018 realizados en la empresa Agregados Bennu S.A.S, la cual es la encargada de la operación minera de la licencia con número de expediente 18.430 del Ministerio de Minas y Energía.

La licencia 18.430, se encuentra localizada al occidente del casco urbano del municipio de Carmen de Carupa (Departamento de Cundinamarca), con una extensión superficial de 104 hectáreas.

En la zona se localiza una mina de gravas y arenas, insumos ampliamente utilizados en la industria de la construcción, el cual tiene una demanda alta en la ciudad de Bogotá.

Para poder ser competitivos se busca optimizar la producción alcanzando un aumento en el área de explotación de forma racional y controlada, donde el proyecto minero alcance la meta de producción manteniendo o minimizando los costos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Optimizar el volumen de explotación en un 50% mantenimiento un costo igual o menor al actual.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las generalidades y condiciones actuales de la empresa.
- Revisar el método de explotación que se tiene en la actualidad.
- Desarrollar un plan de operación de la maquinaria y determinar su rendimiento.
- Determinar los costos que se generan con el aumento de la explotación.
- Realizar un análisis de los diferentes métodos de aumento de explotación e identificar cual se ajusta al costo que se desea.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. UBICACIÓN

El título minero 18.430 se localiza al occidente del casco urbano del municipio de Carmen de Carupa (Departamento de Cundinamarca) distante de Bogotá aproximadamente a 95 kilómetros, al norte. Para acceder a la zona desde esta ciudad, debe tomarse la carretera a Zipaquirá - Ubaté y desde allí transitar los 15 km. que llevan a Carmen de Carupa. Todo el trayecto se hace por carretera pavimentada en excelente estado.

El contrato de concesión minera 18.430 y el expediente CAR figura a nombre de la empresa productora y comercializadora de agregados S.A.S (EPYCA S.A.S). Desde el municipio de Carmen de Carupa salen tres vías destapadas pero en buen estado que llevan a la zona: la que conduce a la planta de tratamiento del acueducto (que divide el título minero en dos partes), la del Alto Chegua y la que conduce a la Vereda El Papayo. (Ver figura 1)

Figura 1. Imagen satelital con la ubicación del proyecto minero.



Fuente: Estudio de impacto ambiental para explotación y beneficio de agregados pétreos.

1.2. CLIMA

La zona donde se encuentra el proyecto minero, presenta un clima húmedo de tierra fría y paramo bajo ([G] Fn), (Clasificación según Koppen, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1977), y solo en sus partes de altura superior a los 3100 m, se halla un clima de alta montaña con temperatura inferior a 10°C ([H] bn).

1.2.1. Precipitación: Se calculó una precipitación media anual de 1053 mm. Regionalmente dentro del área estudiada existen grandes diferencias en el valor de la precipitación anual; en la altiplanicie las precipitaciones anuales crecen desde valores de unos 700 mm sur de la laguna de Fúquene, hasta los valores de 100-1100 mm al norte de la laguna, en la región montañosa se encuentra aún valores mayores, superiores a 1500 mm, a alturas de 3200 metros sobre el nivel del mar. En la zona se evidencia la existencia de dos periodos húmedos (marzo a junio y septiembre a noviembre) y dos periodos secos (julio a agosto y diciembre a febrero)

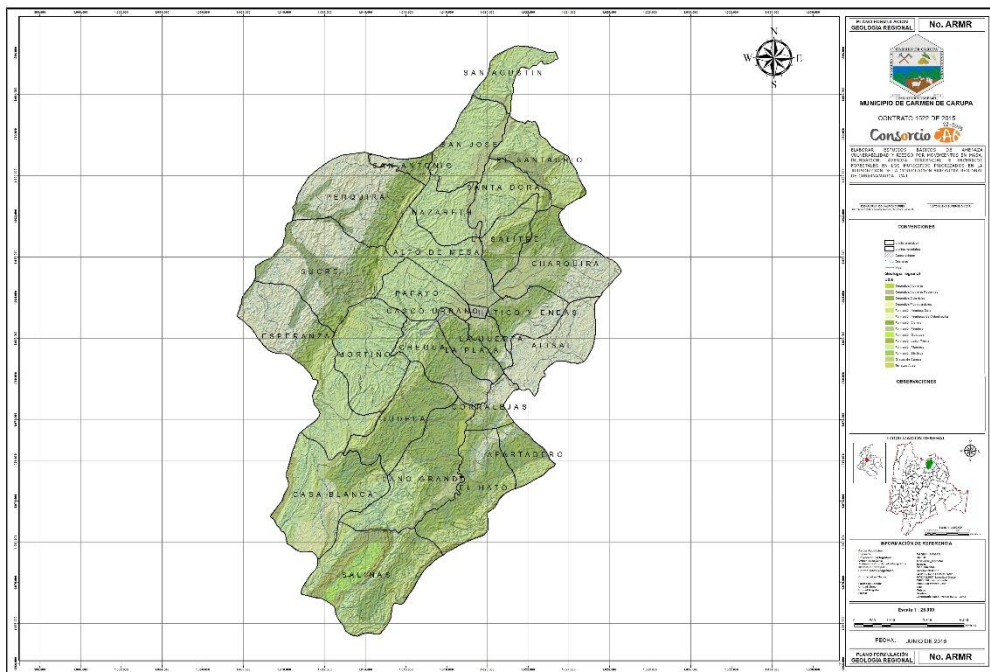
1.2.2. Temperatura: Regionalmente, en el área plana de los valles de Ubaté y Chiquinquirá, la temperatura media anual entre 12 y 13 °C, mientras que en la zonas montañosas la temperatura media desciende con la altitud desde 13,3 °C a 2650 m hasta 9,5°C a 3100 m, las variaciones mensuales y anuales de la temperatura son pequeñas.

2. GEOLOGÍA

2.1. GEOLOGÍA GENERAL

La geología oficial que corresponde al municipio de Carmen de Carupa, fue publicada por INGEOMINAS, a escala 1:100.000, se encuentra bajo las planchas 190 y 209, “Zipaquirá”. Las unidades aflorantes de esta región están compuestas principalmente por depósitos coluviales y aluviales, areniscas y rocas sedimentarias, las cuales se encuentran en las formaciones Conejo, Frontera, Plaeners, entre otras. (Ver imagen 2).

Figura 2. Mapa de unidades geológicas superficiales.



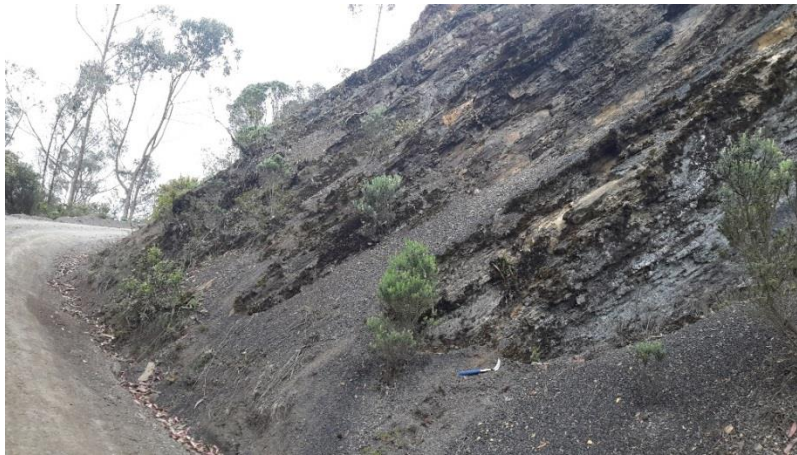
Fuente: Estudio de impacto ambiental para explotación y beneficio de agregados pétreos.

- Formación Areniscas de Chiquinquirá (K1K2chi)
Arcillolitas negro a gris oscuro finamente laminadas con intercalaciones asperas de cuarzoarenitas gris claro y amarillo con textura muy fina. Propuesta por Ulloa y Rodríguez (1979) para designar los estratos arenosos y lutíticos expuestos en la sección de la carretera Suta-Marchán-Chiquinquirá, Boyacá.

- Formación Conejo (K2c)

La Formación Conejo es una secuencia constituida de lodolitas negras, finamente laminadas, con intercalaciones de capas gruesas de cuarzoarenitas de texturas fina y micritas negras con fósiles. En la plancha 190-Chiquinquirá se denomina como Formación Conejo al intervalo estratigráfico comprendido entre el techo de la Formación La Frontera y la base de la formación arenisca dura y cuando esta no está presente (este de la falla de Confites) se toma la base de la Formación Plaeners, como fue cartografiada originalmente por Renzon. En la vereda San José vía a Copers aflora esta unidad (E1016077 N1089555) a una altura de 3169 msnm con dato estructural N20°E/S40°E se observan limolitas de color gris a amarillo con diaclasa N20°W/N85°E.

Imagen 1. Formación Conejo (K2c) se observa el alto grado de meteorización



Fuente: Estudio de impacto ambiental para explotación y beneficio de agregados pétreos.

- Formación Arenisca Dura (K2d)

Nombre propuesto por Pérez & Salazar (1978), para la unidad litológica que reposa concordantemente y transicionalmente sobre una sucesión monótona de lutitas fisiles y grises de la Formación Chipaque y que es suprayacida por una secuencia de arcillolitas silíceas y liditas de la formación Plaeners. La sección tipo se localiza en el cerro El cable (oriente de Bogotá), con un espesor de 449m, subdividida en ocho conjuntos constituidos por areniscas, en un 63.8% y un 36.2% de limolitas, arcillolitas y liditas.

Esta formación aflora en la vía que de Carmen de Carupa conduce hacia el municipio de Coper en las coordenadas E1017483-N1090185 con dato estructural N20E/S40E principalmente son liditas cuarzosas moderadamente diaclasadas con

dato N20W/N85E. El dato de dureza dio 25.5MPa el cual nos da un tipo de roca moderadamente blanda.

Imagen 2. Afloramiento Formación Arenisca Duras (K2d)



Fuente: Estudio de impacto ambiental para explotación y beneficio de agregados pétreos.

- Formación Frontera (K2f)

El término La Frontera fue utilizado por Beugl (1961c), Burgl & Dumit (1954) y Hubach (1957N) en la región de Bogotá para referirse a la parte alta del Turianino y el más inferior de Cenomaniano (Julivert, 1968). Posteriormente Cáceres y Etayo (1969) lo elevan al rango de formación en trabajos realizados en la región de Apulo. Este mismo nombre se ha venido extendiendo para la región de la Sabana de Bogotá. En el municipio la mayor parte de esta Formación se encuentra cubierta por depósitos Coluviales (Q2C).

Conformada por lodolitas silíceas y chert gris oscuro en estratos delgados tabulares, estratificación plano paralela continua.

- Formación Plaenners (K2p)

Secuencia monótona de arcillolitas de color gris oscuro intercaladas con limolitas silíceas gris claro en capas delgadas plano paralelas. Julivert (1962a, 1962b, 1963a 1968), la denominó Nivel de Plaeners dentro de lo llamado Formación Guadalupe. Renzoni (1962, 1968), en los trabajos de la Sabana de Bogotá el rango de Formación Plaeners. Pérez y Salazar (1978) redefinen esta formación propuesta por Hubach (1931) que aflora en el Alto del Cable, por el camino de la Estación de La Cuchilla, al norte de Usaquén y que está constituida por

interestratificaciones delgadas de limolitas silíceas fracturadas, porcelanitas y arcillolitas silíceas.

En general ha sido reconocida por la comunidad geológica como una unidad silícea, pero ésta composición daría una morfología prominente, sin embargo, en el área de estudio al igual que en la sección tipo se reconoce por presentar una morfología suave y genera una hondonada debido a su litología arcillosa. En la vereda San José (E1018633 N 1089445) a 2984 msnm aflora esta formación con dato estructural N20E/N30W conformada por limolitas silíceas. Se encuentran dos familias de diaclasas conjugadas con datos: N10W/S80W y N20E/S80E.

- Formación Labor-Tierna (K2t)

Intercalaciones de areniscas en capas medias y gruesas con lodolitas en capas delgadas y hacia la parte superior, bancos gruesos de areniscas de grano fino y medio. En ocasiones es posible observar un nivel arcilloso con foraminíferos bentónicos que separa la Formación Labor y Tierna

- Formación Simijaca (K2s)

Secuencia monótona de lodolitas gris oscuro con intercalaciones delgadas de cuarzoarenitas de textura fina. El Nombre de esta unidad fue propuesto por Ulloa & Rodríguez (1991) para referirse a una secuencia de lutitas y limolitas grises oscuras localizadas entre la unidad Areniscas de Chiquinquirá y La formación La Frontera.

- Gravas de Carupa (Q1c)

Montoya & Reyes (2003) en el informe Geología de la Plancha 209 Zipaquirá, describen litológicamente a esta unidad litoestratigráfica y anotan que “se designa informalmente como gravas de Carupa al depósito de gravas y arenas que afloran en la localidad de Carmen de Carupa (Plancha 190-209) y que se extiende hacia el sur hasta la Vereda el Hato, como producto de un proceso fluvio-glaciar. La morfología que genera es de terrazas, ocasionalmente disectadas formando colinas redondeadas. En la plancha 209 suprayace discordantemente a las Formaciones Simijaca, La Frontera y Conejo y a la Arenisca de Chiquinquirá. Montoya & Reyes (2003) levantaron una sección sobre la carretera Carmen de Carupa - San Cayetano, en donde se midieron 144 m de una secuencia de gravas y arenas, que reposan sobre rocas de la Formación Conejo. Los mencionados autores reportaron los siguientes segmentos para la unidad Gravas de Carupa.

Segmento A. Tiene 30 m de espesor, es un segmento constituido por gravas y arenas que se inicia con un banco de gravas granosoportados con lentes de

areniscas; sobre éste se presentan intercalaciones de capas muy gruesas (1 a 3 m) de gravas y capas gruesas de arenas (70 cm). Las gravas son grano-soportadas con clastos de guijos (6 cm) o con dos rangos de tamaños 10 a 14 cm y 4 a 6 cm, la matriz es de arena gruesa y los clastos son de liditas y en menor proporción areniscas, es común observar capas cuneiformes. Las arenas son de grano grueso, friables, conglomeráticas, muy alteradas, de color amarillo café, con matriz y con lentes de gravas.

Segmento B. Tiene un espesor de 80 m y en este segmento también se presentan intercalaciones de gravas y arenas, pero la proporción de arena aumenta, siendo predominantes las gravas. En la base del segmento se encuentra un banco de arenas con lentes de gravas y clastos tamaño guijo (4cm y 6 cm) y sobre éste, una capa cuneiforme de gravas con clastos tamaño guijos (14 y 4 cm), subredondeadas y con formas subesféricas y subelongadas. Luego se intercalan arenas en capas muy gruesas decrecientes en espesor hasta de 40 cm y capas de gravas gruesas y muy gruesas estrato creciente. Las gravas son grano-soportadas, con clastos de liditas y areniscas y con tres rangos de tamaños dentro del rango de guijos (4 cm, 8-10 cm y 20 cm); las formas son subredondeadas, elongadas y subesféricas y las arenas son de grano medio ligeramente conglomeráticas.

Segmento C. Tiene 34 m de espesor, está constituido por capas de gravas y esporádicamente arenas. Las gravas son grano soportadas con clastos en rangos de 2-4 cm, 6 cm, 10–14 cm y 25cm. Hacia la parte superior se intercalan capas gruesas de arenas cuneiformes con lentes de gravas, y en la parte más superior capas en donde se presentan lentes interdigitados de gravas y arenas.

Imagen 3. Gravas de Carupa (Q1c), vía Carmen de Carupa-Ubaté



Fuente: Estudio de impacto ambiental para explotación y beneficio de agregados pétreos.

- Formación Guaduas (K2E1g)

Intercalaciones de lodolitas y areniscas hacia la base se reconoce un nivel arenoso, con intercalaciones de lodolitas y niveles de carbón. Le siguen intercalaciones de lodolitas.

- Depósitos Aluviales (Qa1)

Constituidos por arenas, gravas y arcillas.

- Depósitos Coluviales (Q2c)

Bloques y guijarros envueltos en una matriz arenosa o soportados. Corresponden a depósitos que están localizados en pendientes moderadas y son el producto de caída de rocas por gravedad cuyo transporte es muy breve, conservándose bloque y Guijarros envueltos en matriz arenosa y clasto soportado.

- Depósitos Fluvioglaciares (Q1f)

Gravas y arenas no consolidadas. Las gravas son granosoportadas con cantos de tamaño de 4 y 6 cm envueltos en matriz arenosa; las arenas son de grano fino.

- Terrazas Altas (Q2t)

Constituidas por arcillas, arenas y gravas.

2.2. TIPO DE DEPÓSITO

El yacimiento de interés económico corresponde a un depósito reciente de gravas y arenas, de origen fluvio-torrencial derivado de procesos glaciales, de edad Cuaternaria acumulado sobre rocas de edad Cretácica.

Tiene forma de cuña, con su parte más delgada al norte. Actualmente la morfología dominante es plana, con una superficie de aproximadamente 300 hectáreas sobre parte de la cual se localiza el casco urbano de Carmen de Carupa.

Litológicamente se define como un conglomerado matriz (en partes clasto) soportado, de matriz limosa, arenosa y arcillosa, con cantos menores de 30 cm. predominando los tamaños menores (1 - 2") cuya composición es de arenita de grano fino, limolitas silíceas y chert; las partículas presentan baja esfericidad y moderada redondez lo que sugiere un transporte relativamente corto desde la

fuelle de aporte, la cual se ubica al noroccidente del área, dirección determinada de acuerdo con la morfología y litología observadas en dicho sector y a partir de la litología, características e imbricación de los cantos.

La zona ha sido afectada por una neotectónica que ocasionó el basculamiento del depósito. Se observan fuertes variaciones faciales laterales y verticales, con la aparición de niveles y lentes de arcillolita carmelita y gris, considerado como material estéril.

En los afloramientos existentes en la ladera natural que baja hacia el río La Playa, se pudo medir el espesor total del depósito, que de acuerdo con las observaciones, puede tener hasta 100 metros.

2.3. GEOMORFOLOGÍA

Se realizó una descripción geomorfológica del área de estudio basada en la interpretación generalizada de fotografías aéreas y mediante las observaciones realizadas en la fase de campo.

Dentro de los aspectos geomorfológicos, se hizo énfasis en los procesos morfodinámicos, pues inciden en el objetivo final que es la estabilidad geotécnica del proyecto.

La clasificación de las principales formas del terreno identificadas, se asumen dentro del concepto expresado por BLOOM 1.973 (en Villota 1.991), quien define la geomorfología como la ciencia del estudio del paisaje terrestre, el cual es la expresión dinámica del relieve edificado por fuerzas endógenas de la tierra que han actuado a través del tiempo geológico y modelado por agentes externos, especialmente de tipo climático y últimamente la acción del hombre, manifiesta en la denudación del relieve y la modelación de nuevas geoformas denudativas y de agradación.

Por lo tanto, esta clasificación se basa en la descripción (morfológica), en el origen (morfogénesis) y evolución de las formas.

Lo anterior se asimila con otra metodología, utilizada también por el IGAC 1.995, en la cual entender la evolución de la superficie de la corteza terrestre y sus geoformas resultantes, constituye una valiosa ayuda para comprender la génesis y evolución de los suelos presentes en ella. De acuerdo con los criterios de jerarquización geomorfológica propuesta por Zinck (1989), divididos en tres categorías principales (paisaje, tipo de relieve y forma de terreno) el área de estudio presenta los paisajes de Montaña y Colina (Laderas) Estructural-Denudacional y Terraza Fluvial, descritos bajo unas condiciones climáticas frías secas.

3. MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

Es la forma como se realizará la extracción del mineral, de acuerdo a las condiciones del yacimiento y sus características, de una manera técnica y económicamente rentable. El sistema de explotación es a cielo abierto y el método a emplear es de Bancos descendentes.

3.1. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA EXPLOTACIÓN

El diseño geométrico de la explotación se realiza teniendo como parámetros la licencia ambiental 0917 del 31 de mayo de 2007 de la empresa Agregados Benu S.A.S.

- **Banco:** Módulo o escalón comprendido entre dos niveles que constituyen el área que se explota de mineral y que es objeto de excavación desde un punto del espacio hasta una posición final preestablecida.
- **Altura de banco:** Es la distancia vertical entre dos niveles o desde el pie del banco hasta la parte más alta o cabeza del mismo. Para determinar la altura se estableció con el análisis geotécnico, de la misma forma se estableció el diseño minero, teniendo en cuenta varios parámetros importantes como son: las características del terreno, sistema de arranque y equipo de explotación. Se obtuvo una altura de banco de trabajo de 15 metros para todos los frentes de la mina, sin embargo se decidió emplear una altura de talud de 7 metros para los taludes de adecuación morfológica final.
- **Angulo del talud del banco:** Es el ángulo delimitado entre la horizontal y la línea de máxima pendiente de la cara del banco. Para su determinación se tiene en cuenta la clase del material y la altura del banco a diseñar, cuando más coherente sea el material y más bajo el banco, más vertical será el talud de este, cuando más suelto sea el material y más alto el banco, el talud tendrá menor inclinación. El valor del ángulo del talud de explotación se estimó con un valor máximo de 50° y los taludes finales de adecuación morfológica serán de 45° .
- **Talud de Trabajo:** Está determinado por la línea que une los pies de los bancos durante las fases de trabajo. También se define como la rata entre la anchura promedio del banco y su altura este es de 30° .

- **Talud Final:** Se encuentra definido por la línea que une los pies de los bancos en su posición final, este ángulo es el formado por la proyección horizontal y la pared alta del corte.

- **Berma:** Son aquellas plataformas horizontales existentes en los límites de la excavación sobre los taludes, que coadyuvan a mejorar la estabilidad de un talud y las condiciones de seguridad frente a deslizamientos o caídas de piedras. Se definió bermas finales de 7 metros de ancho.

El ancho de berma de trabajo depende del equipo que se va a emplear para la extracción y cargue del material, se puede calcular así:

$$B = 1,5R + L + L1 + L2$$

Dónde:

B = Ancho

R = Radio de giro del Cargador o Retroexcavadora

L = Margen de Maniobra (1,5 R/2)

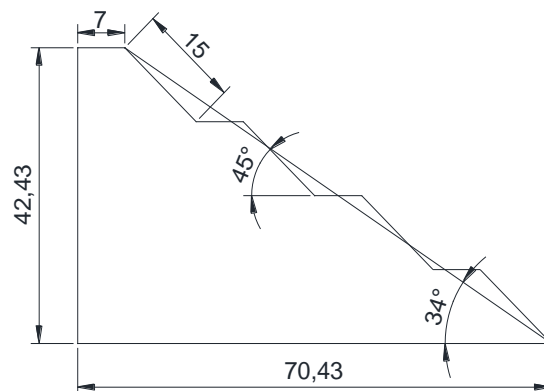
L1 = Ancho de la vía

L2 = Zona de seguridad o berma (ancho de camión /2)

$$B = 1.5 * 4.0 m + (1.5 * 4.0 m / 2) + 4.0 m + (3.0 m / 2)$$

$$B = 6 m + 3 m + 4 m + 1.5 m = \mathbf{14.5 m}$$

Figura 3. Diseño geométrico de la explotación que se debe realizar teniendo en cuenta la licencia ambiental 0917 del 31 de mayo de 2007



Fuente: Licencia ambiental 0917 del 31 de mayo de 2007

3.2. SECUENCIA DE EXPLOTACIÓN

Se continuará con el avance de la explotación en el área de la primera fase, se avanzará planimétricamente en sentido norte y oriental, los bloques de explotación se avanzaran en sentido descendente, las vías de acceso a los diferentes bloques son las mismas que ya están construidas.

A medida que se realiza el avance de los bancos hasta el límite final de la explotación, se irán adelantando las cunetas perimetrales, en bermas y en las vías para el manejo de aguas de escorrentía hasta terminar con la perfilación de los bancos y poder dejar finalmente el terreno estable e integrado con el medio natural circundante.

- Arranque

El arranque realizando es de forma mecánica con retroexcavadoras, este yacimiento se caracteriza por ser blando y de fácil extracción.

- Cargue y transporte

Todo el mineral que surge de la extracción, es cargado por medio de la retroexcavadora sobre orugas a volquetas Dumper y dobletroque, las cuales transportan el crudo a la tolva de alimentación de la planta de trituración, posterior al beneficio, se realiza el cargue con cargador a los vehículos o volquetas externas que compran el mineral producido; los estériles que surgen de la preparación de los bloques de explotación, son cargados y transportados al fondo de la mina para retrolenado, los lodos acuosos que se extraen de las lagunas de sedimentación son cargados por medio de la pala draga a volquetas y son transportados las piscinas de desecación de lodos, los lodos desecados de las piscinas, son cargados con retroexcavadora a volquetas y posteriormente transportados a el fondo de la mina como retrolenado.

- Taludes temporales y Definitivos

Actualmente durante el desarrollo de la explotación minera se desarrollan taludes temporales, ya que a la fecha no se ha llegado al límite final del título minero, se realizaron taludes definitivos que protegen la vía de acceso a la parte inferior de la explotación.

Imagen 4. Diseño de explotación.



Fuente: del autor

4. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA

Para la práctica se realiza preliminarmente un levantamiento de la columna estratigráfica para realizar el análisis de material a extraer.

Para realizar la columna estratigráfica se divide el área en tres y de cada área se toma un punto en el cual se realiza la medición para la identificación de que material hay en el área y en que proporciones se puede encontrar.

Tabla 1. Datos columna estratigráfica.

MATERIAL	COLUMNA ESTRATIGRAFICA					
	PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3	
	metros (m)	porcentaje (%)	metros (m)	porcentaje (%)	metros (m)	porcentaje (%)
CRUDO	31	46	34	54	26	51
ESTERIL	36	54	28	46	25	49
TOTAL	67	100	62	100	51	100

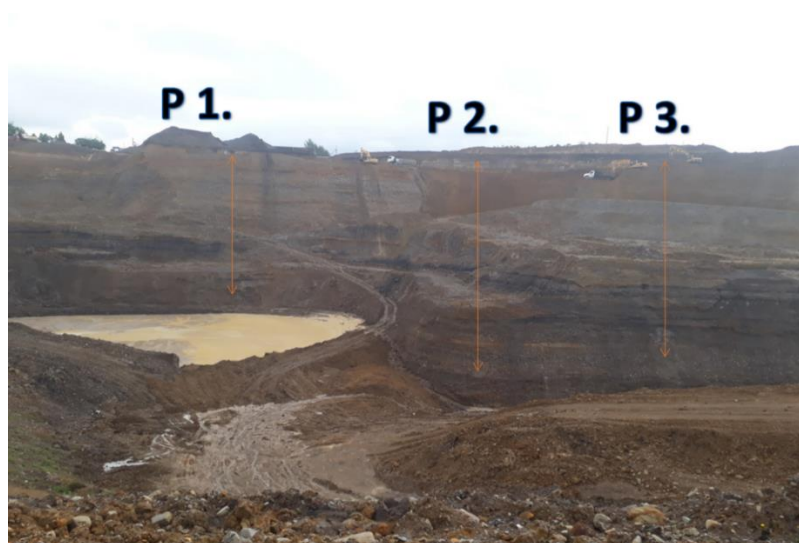
Fuente: del autor.

El promedio de material a explotar queda así:

Crudo: 50,3%

Estéril: 49,7%

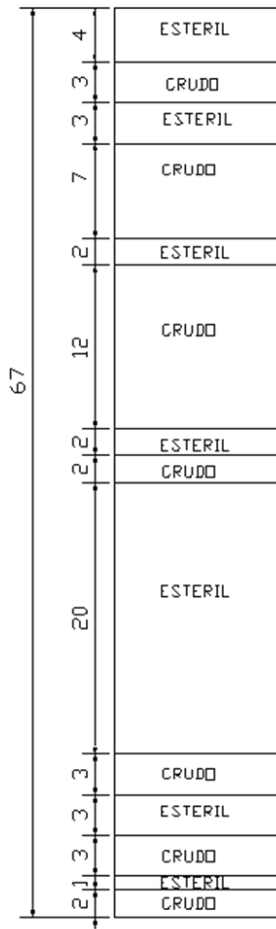
Imagen 5. Puntos donde se realiza la toma de la columna estratigráfica.



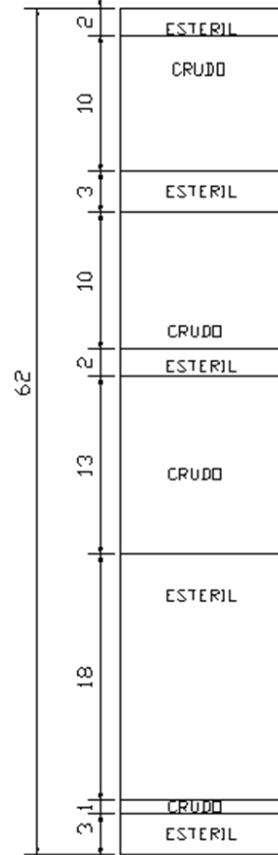
Fuente: del autor

Figura 4. Columnas estratigráficas.

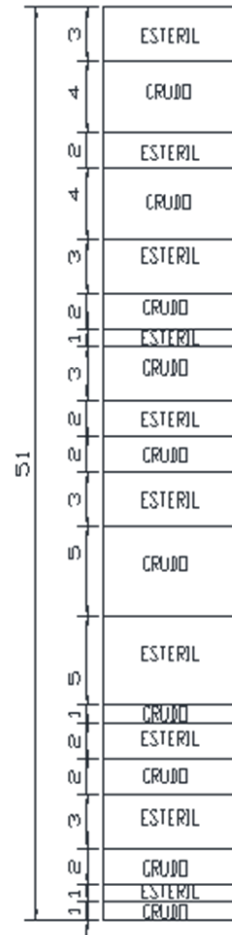
COLUMNA
ESTRATIGRAFICA N° 1



COLUMNA
ESTRATIGRAFICA N° 2



COLUMNA
ESTRATIGRAFICA N° 3



Fuente: del autor.

5. ALCANCES Y LIMITACIONES

El trabajo se realizó en la en la mina de gravas de la empresa Agregados Bennu S.A.S, contado con el apoyo del área administrativa. Es así como se analizó el proceso de explotación durante los meses de octubre 2017 a marzo 2018, y el proceso de análisis de resultados durante el mes de abril 2018.

6. SITUACIONAL DE LAS OPERACIONES MINERAS

6.1. ÁREAS DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

En términos generales, las áreas de influencia, son las zonas afectadas positiva o negativamente por el proyecto minero. Se refiere al espacio físico que alcanzan las actividades de un proyecto y los efectos que causa sobre las categorías del ambiente.

Esta área es variable, pues depende del grado de intensidad del efecto y del medio que lo recibe. Se trata entonces de dos tipos de áreas; una indirecta y otra directa, de carácter -económico.

6.1.1. Directa: Es la superficie que presenta mayor intensidad de acuerdo a los fines y objetivos del proyecto. Está relacionado con los alcances de las actividades en los siguientes aspectos; salud, empleo, tenencia y valor de la tierra, cambio en el uso del suelo, migraciones y estética del paisaje.

El área de influencia directa se limita a los predios donde se lleva a cabo el proyecto minero, y las fincas vecinas a esta, donde se desarrollan actividades agrícolas.

6.1.2. Indirecta: El área de influencia directa se ubica a nivel regional a partir de la existencia de centros urbanos que abastecen de servicios a la población rural, los cuales se proveen a su vez de productos de la región, constituyéndose en núcleo de transporte, empleo y destinación final de la producción de la zona. Conforme a lo anterior, se define el área de influencia indirecta sobre esta categoría a nivel regional, la cual puede dividirse en tres:

6.1.2.1. Local: De acuerdo a las evidencias de campo, esta zona coincide con el área de influencia indirecta sobre la categoría socio económica, y está delimitada por la zona que puede sufrir afectación como consecuencia del ruido generado por las actividades internas de la mina y muy especialmente por las emisiones fugitivas de sólidos particulados a la atmósfera generados por la explotación minera, el proceso de beneficio y el transporte interno del equipo móvil (zona contenida dentro de un radio de 1.5 km).

6.1.2.2. Zonal: Esta área comprende el casco urbano y rural de municipio de Carmen de Carupa, debido a que los terrenos de la licencia 18.430, se encuentran ubicados a pocos metros del casco urbano.

Se incluyen también las veredas centro, papayo y alto de mesa, ya que el área de la licencia 18.430 se localiza en su jurisdicción.

6.1.2.3. Regional: El área de influencia indirecta se ubica a nivel regional a partir de la existencia de centros urbanos que abastecen de servicios a la población rural, los cuales se proveen a su vez de productos de la región, constituyéndose en núcleo de transporte, empleo y destinación final de la producción de la zona. Conforme a lo anterior, se define área de influencia indirecta sobre esta categoría a nivel regional los municipios aledaños los cuales ofrecen servicios para el proyecto y en los cuales se venderá el producto, que son básicamente los ubicados en el valle de Ubaté y Chiquinquirá.

6.2. DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA

En los municipios de área de influencia se puede encontrar una buena disponibilidad de maquinaria debida a que la zona tiene una actividad alta en minería, se tienen municipios como Ubaté, Zipaquirá y Bogotá como grandes potencias mineras.

La maquinaria que necesita la empresa Agregados Bennu S.A.S. para poder realizar a cabalidad con la tarea que se requiere debe tener las siguientes características:

- Balde con una capacidad mínima de 1 m³.
- Rendimiento mínimo de la maquinaria de 8 cargues hora.
- Hoja de vida de la maquinaria.

7. SITUACIÓN ACTUAL

La explotación de la empresa Agregados Bennu S.A.S, se realiza por medio mecánico y llevando una secuencia como se indica en el método de explotación.

Se toma como base para el análisis de la practica el plano de actualización topográfica de agosto 2017 (Ver anexo plano 1)

En la actualidad se encuentra en fase de explotación la fase 1 y en estudios ambientales para licenciamiento de las fase 2 y 3.

7.1. EQUIPO Y MAQUINARIA

En la actualidad la empresa cuenta con el siguiente equipo:

Dos (2) Retroexcavadores Komatsu PC 200 LC, las cuales realizan las labores de remoción y cargue del descapote, del estéril, y de la explotación del crudo directamente del frente de explotación.

Imagen 6. Excavadora Komatsu Pc 200-1.



Fuente: del autor.

Imagen 7. Excavadora Komatsu pc 200-2.



Fuente: del autor.

Un (1) Bulldozer Caterpillar D5C serie 3, que se emplea para la adecuación del estéril en el retrolleado de la mina, el mantenimiento de las vías de acceso y en la adecuación de suelos.

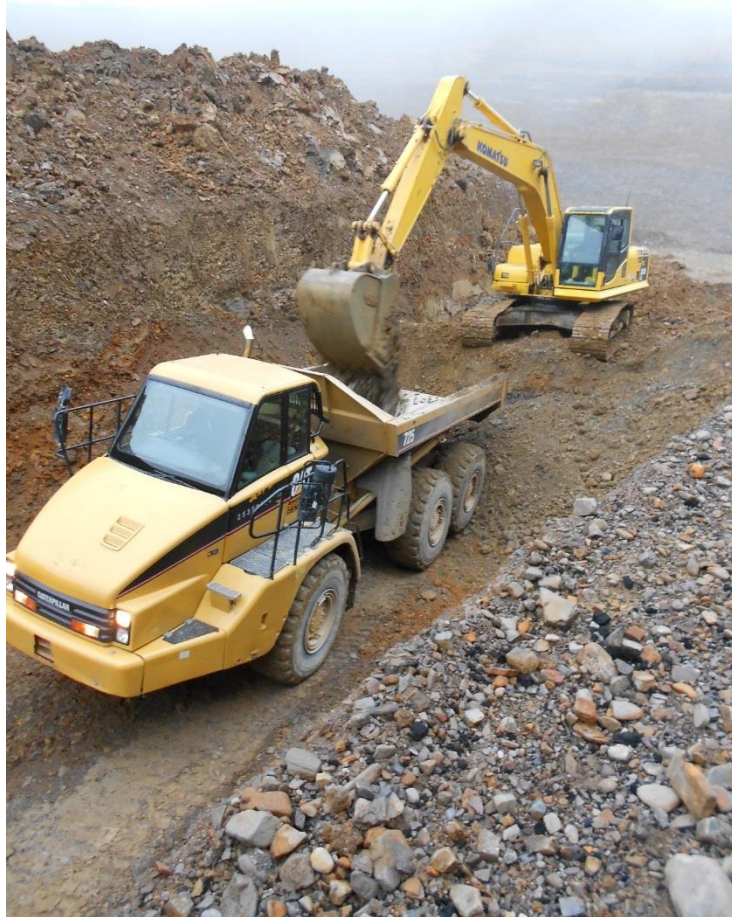
Imagen 8. Bulldozer D5C XL.



Fuente: del autor.

Un (1) camión articulado Caterpillar CAT-725, empleada para los movimientos de estéril y crudo.

Imagen 9. Camión articulado CAT-725.




Fuente: del autor.

7.2. RENDIMIENTOS DE MAQUINARIA

7.2.1. Excavadora: El rendimiento de la excavadora se realiza teniendo en cuenta las planillas que cada uno de los operarios diligencian en cada turno, estas planilla registran el horómetro de trabajo, los viajes cargados y el tipo de material que están cargando. (Ver tabla 2)

Tabla 2. Planilla para relación de cargue de materiales.

		EXPLORACIÓN				CODIGO EX - FO- 001			
PLANILLA PARA RELACION DE CARGUE DE MATERIALES									
FECHA DE FORMATO: 04-01-2016		VERSION: No. 1				Página 1 de 1			

FECHA:	DIA	MES	AÑO	PLANILLA N°
MAQUINA:				HOROMETRO INICIAL:
NOMBRE OPERADOR:				HOROMETRO FINAL:
				ACPM EN GALONES:

ORIGEN:	MINA	PLANTA	PISCINAS			TURNO:
			SECAS	HUMEDAS		DIA
						NOCHE

PLACA:		LIDOS				PLACA:		LIDOS				PLACA:		LIDOS							
ITEM	CRUIDO	CRUIDO	ESTERIL	ESTERIL	SECOS	HUMED	ITEM	CRUIDO	CRUIDO	ESTERIL	ESTERIL	SECOS	HUMED	ITEM	CRUIDO	CRUIDO	ESTERIL	ESTERIL	SECOS	HUMED	
1							1							1							
2							2							2							
3							3							3							
4							4							4							
5							5							5							
6							6							6							
7							7							7							
8							8							8							
9							9							9							
10							10							10							
11							11							11							
12							12							12							
13							13							13							
14							14							14							
15							15							15							
16							16							16							
17							17							17							
18							18							18							
19							19							19							
20							20							20							
TOTAL DE VIAJES:						TOTAL DE VIAJES:						TOTAL DE VIAJES:									

PLACA:		LIDOS				PLACA:		LIDOS				PLACA:		LIDOS							
ITEM	CRUIDO	CRUIDO	ESTERIL	ESTERIL	SECOS	HUMED	ITEM	CRUIDO	CRUIDO	ESTERIL	ESTERIL	SECOS	HUMED	ITEM	CRUIDO	CRUIDO	ESTERIL	ESTERIL	SECOS	HUMED	
1							1							1							
2							2							2							
3							3							3							
4							4							4							
5							5							5							
6							6							6							
7							7							7							
8							8							8							
9							9							9							
10							10							10							
11							11							11							
12							12							12							
13							13							13							
14							14							14							
15							15							15							
16							16							16							
17							17							17							
18							18							18							
19							19							19							
20							20							20							
TOTAL DE VIAJES:						TOTAL DE VIAJES:						TOTAL DE VIAJES:									

TOTAL HORAS LABORADAS:	
TOTAL VIAJES CARGADOS:	

_____ FIRMA OPERADOR	_____ Vo. Bo. JEFE DE LOGISTICA
-------------------------	------------------------------------

Fuente: del autor.

Teniendo en cuenta los datos que se diligencian en la planilla, se realiza el informe de explotación en el cual se ingresan los datos de las planillas.

Se obtienen los siguientes rendimientos de las excavadoras:

Tabla 3. Rendimientos excavadoras (Datos resumen tomados del informe de explotación de los meses de octubre a diciembre de 2017.)

CUADRO RESUMEN EXCAVADORA PC 200-1			
	PROMEDIO HORAS	PROMEDIO VIAJES	RENDIMIENTO Viajes/hora
OCTUBRE	9,4	81	8,56
NOVIEMBRE	8,5	53	6,3
DICIEMBRE	9,63	56,5	6,28

CUADRO RESUMEN EXCAVADORA PC 200-2			
	PROMEDIO HORAS	PROMEDIO VIAJES	RENDIMIENTO Viajes/hora
OCTUBRE	11,04	78,2	7
NOVIEMBRE	10,7	69,3	6,51
DICIEMBRE	11,04	72,1	6,67


Fuente: del autor

Se evidencia que los promedios de rendimiento de las excavadoras varían, esto se debe a factores como:

- Clima
- Tipo de Cargue (crudo o estéril)
- Recorridos
- Mantenimiento de maquinaria

7.2.2. Camión articulado: El rendimiento del camión articulado se realiza teniendo en cuenta los movimientos que realiza en el transcurso del turno de trabajo, cada operario diligencia una planilla en la cual se tienen los datos de horas trabajadas y de tipo de material transportado (Ver figura 3)

Tabla 4. Planilla para relación viajes internos de volquetas

	EXPLORACIÓN				CODIGO	
	PLANILLA PARA RELACIÓN DE VIAJES INTERNOS DE VOLQUETAS				EX - FO - 002	
VERSION No. 1		FECHA: 04 - 01 - 2016			Página 1 de 1	

FECHA:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">DIA</td> <td style="width: 33%;">MES</td> <td style="width: 33%;">AÑO</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	DIA	MES	AÑO				PLANILLA No. _____			
DIA	MES	AÑO									
PLACA: _____		HORA CARGUE INICIAL: _____									
CONDUCTOR: _____		HORA CARGUE FINAL : _____									
ORIGEN:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">MINA</td> <td style="width: 33%;">PLANTA</td> <td style="width: 33%;">PISCINAS</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">1 2 3 4 5 6</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">7 8 9 10 11 12</td> </tr> </table>	MINA	PLANTA	PISCINAS			1 2 3 4 5 6			7 8 9 10 11 12	ACPM GALONES: _____
MINA	PLANTA	PISCINAS									
		1 2 3 4 5 6									
		7 8 9 10 11 12									

ITEM	CRUDO		RELAVE		ESTERIL		FINOS		OTRO
	Tolva	Tolva	Tolva	Tolva	Campo Alegre	Mina	Piscinas Secado	Mina	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									

OBSERVACIONES: _____

TOTAL VIAJES	
--------------	--

FIRMA CONDUCTOR V.B. JEFE DE PLANTA

Fuente: del autor.

Teniendo en cuenta los datos que se diligencian en la planilla, se realiza el informe de explotación en el cual se ingresan los datos de las planillas.

Tabla 5. Rendimientos camión articulado (Datos resumen tomados del informe de explotación de los meses de octubre a diciembre de 2017)

CAMION ARTICULADO CAT 725			
	PROMEDIO HORAS	PROMEDIO VIAJES	RENDIMIENTO Viajes/hora
OCTUBRE	13,16	52,24	4
NOVIEMBRE	13,42	48,28	4
DICIEMBRE	12,5	40,41	3

Fuente: del autor.


Se obtienen los siguientes rendimientos de las excavadoras:

Se evidencia que el promedio del camión articulado varía, esto se debe a factores como:

- Clima
- Tipo de Cargue (crudo, estéril)
- Recorridos
- Mantenimiento de maquinaria

7.2.3. Bulldozer: En el caso del bulldozer se tiene una planilla la cual diligencia el operador y ahí se registran los datos de horas trabajadas, acpm consumido y una inspección en general que se le realiza al equipo. (Ver figura 5)

Figura 5. Verificación diaria de equipo

	EXPLOTACIÓN		CODIGO EX - FO- 009					
	VERIFICACIÓN DIARIA DE EQUIPO							
VERSION: No. 1	FECHA: 10- 07- 2017		Página 1 de 1					
NOMBRE DEL OPERARIO: _____	FECHA: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="width: 20px;">DIA</td><td style="width: 20px;">MES</td><td style="width: 20px;">AÑO</td></tr></table>		DIA	MES	AÑO			
DIA	MES	AÑO						
EQUIPO: _____								
HOROMETRO INICIAL: _____	HOROMETRO FINAL: _____							
ACPM EN GALONES: _____	NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO: _____							
NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO: _____								
INSPECCIÓN GENERAL:	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>							
OBSERVACIONES:	<table border="1" style="width: 100%; height: 60px;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>							
_____ FIRMA OPERADOR	_____ Vo. Bo. JEFE DE LOGISTICA							

Fuente: del autor

El rendimiento del bulldozer no se tiene estimado debido a que el proceso que realiza es en toda el área del proyecto minero y no se centraliza en un solo proceso.

Las actividades que realiza el bulldozer diariamente son: (Ver imagen 8 y 10)

- Limpieza de vías (ares de explotación y lodos)
- Apertura de cunetas.
- Organizar botaderos tanto de estériles de producción como lodos subproducto del proceso.

Imagen 10. Limpieza de vías.



Fuente: del autor

7.3. COSTOS

El análisis de costos que se realiza en la empresa se hace teniendo en cuenta las diferentes áreas que se tienen, las áreas de la empresa son:

- Explotación
- Producción
- Calidad
- Patio y despachos
- Administrativo
- Comercial
- Gestión Ambiental

Para la práctica se tiene en cuenta el área de explotación.

De acuerdo a los datos estadísticos que tienen en área de contabilidad y que fueron proporcionados por la empresa, en años anteriores el promedio de costo por metro cubico explotado es de ocho mil pesos (\$8000/m³)

Para el análisis de costos en el área de explotación los ítems que intervienen son:

- Maquinaria propia de la empresa:

En este ítem se toma el valor del combustible que gasta al mes desarrollando las diferentes actividades.

- Maquinaria alquilada.

La maquinaria alquilada que se toma en este ítem es el cargador de alimentación planta debido a que este costo se le carga al área de explotación. El costo varía dependiendo del tipo de cargador, y el operario. (Ver tabla 6)

Tabla 6. Costo de cargadores.

MAQUINARIA ALQUILADA	COSTO
CARGADOR WA 250 COLCIVIL OPERARIO EQUIPO	\$ 90,000
CARGADOR WA 250 COLCIVIL OPERARIO BENNU	\$ 75,000
CARGADOR WA 320 COLCIVIL OPERARIO EQUIPO	\$ 110,000
CARGADOR WA 320 COLCIVIL OPERARIO BENNU	\$ 95,000
CARGADOR CAT TPMAQ OPERARIO BENNU	\$ 110,000
CARGADOR FOTON QYM OPERARIO EQUIPO	\$ 90,000
CARGADOR FOTON QYM OPERARIO BENNU	\$ 75,000
CARGADOR FOTON INVERSIONES PARRA OPERARIO EQUIPO	\$ 90,000

Fuente: del autor.

- Mano de obra

Para el cálculo de la mano de obra se tiene en cuenta el personal que labora en el área de explotación, este costo se tiene en cuenta el costo de las horas extras, los subsidios del personal y los parafiscales que se pagan.

Tabla 7. Personal área de explotación.

NOMBRE	CARGO
PINILLA PRADA IVAN MILCIADES	OPERADOR EXCAVADORA
SARMIENTO GOMEZ JACINTO	OPERADOR EXCAVADORA
PAJARITO CASTIBLANCO JONATHAN	OPERADOR DE DUMPER
ROJAS LUIS ALEJANDRO	OPERADOR EXCAVADORA
SIERRA CASTRO LUIS EDUARDO	CONDUCTOR
MOLINA JIMENEZ WILLIAM HUMBERTO	OPERADOR DE EQUIPO PESADO
FONSECA GOMEZ PABLO ANDRES	OPERADOR DE DUMPER
MOTA MANRIQUE JOSE RAFAEL	MECANICO
FONSECA GOMEZ JULIAN ALEXANDER	OPERADOR DE EQUIPO PESADO
FONSECA GOMEZ JHOAN SEBASTIAN	APRENDIZ SENA MAQUINARIA PESADA

Fuente: del autor

- Diferidos

Los diferidos que se tienen en el área de explotación son los de los repuestos que se compran así como de las pólizas de seguros que se pagan por la maquinaria amarilla.

- Mantenimiento

En este ítem se cargan los repuestos que se compran por caja menor y que no se les realiza un diferido así también el cambio de aceite que se le realiza a la maquinaria amarilla.

- Regalías

Las regalías se liquidan con el costo base que da la UPME, este valor se cancela trimestralmente y se divide en los tres meses correspondientes.

- Transporte de material

El costo del transporte se realiza dependiendo del tipo de material que se transporta. Los diferentes materiales que se transportan en mina son:

Crudo (material beneficiable)

Estéril

Tierra Negra

Tabla 8. Costo transporte por tipo de material

TIPO DE MATERIAL	COSTO
CRUDO	\$ 1.800 m3
ESTERIL	\$ 20.000 viaje
TIERRA NEGRA	\$ 1.000 m3

Fuente: del autor

Para los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2017, se realiza el cálculo de costos a los que se incurren en el área de explotación, esto se realiza tomando los valores de los ítems que intervienen en el proceso, y dividiéndolos en la cantidad de material explotado beneficiable. (Ver tabla 9 y 10)

Tabla 9. Resumen volumen de material explotado meses de octubre a diciembre 2017

MATERIAL EXPLOTADO	m3		
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
CRUDO	20753.5	22995	19438.5
ESTERIL	29462	24663.5	20085

Fuente: del autor

Para realizar el costo de explotación se tiene un modelo matemático con el cual nos basamos para realizar los cálculos de costo de la empresa Agregados Bennu S.A.S., el modelo se describe a continuación:

- Maquinaria Bennu: **MB**
- Maquinaria Alquilada: **MA**
- Transporte de material: **TM**
- Mantenimiento: **MNT**
- Diferidos: **DIF**
- Mano de Obra: **MDO**
- Regalías: **REG**
- m³ de material explotado: **m³ crudo**
- Costo total: **costo/total (\$)**
- Costo m³: **costo/m³**

$$\text{costo/total } (\$) = MB + MA + TM + MNT + DIF + MDO + REG$$

$$\text{costo m}^3 (\$) = \text{costos/total}(\$) / \text{m}^3 \text{ crudo}$$

Tabla 10. Resumen costos de explotación meses de octubre a diciembre 2017

ITEMS	COSTO		
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
MAQUINARIA BENNU	\$ 33,995,926	\$ 20,486,900	\$ 25,236,936
MAQUINARIA ALQUILADA	\$ 61,168,500	\$ 52,628,500	\$ 31,838,500
TRANSPORTE DE MATERIAL	\$ 62,450,900	\$ 63,839,000	\$ 46,112,300
MANTENIMIENTO	\$ 12,366,336	\$ 2,277,006	\$ 4,610,820
DIFERIDOS	\$ 9,076,404	\$ 9,067,991	\$ 10,577,233
MANO DE OBRA	\$ 33,610,972	\$ 34,881,914	\$ 31,877,156
REGALIAS	\$ 6,231,686	\$ 6,231,686	\$ 6,231,686
TOTAL	\$ 218,900,724	\$ 189,412,998	\$ 156,484,631
COSTO m3	\$ 10,548	\$ 8,237	\$ 8,050

Fuente: del autor

Como se puede observar en la tabla 10, el costo/m3 promedio del último trimestre es de \$ 8.945. (Ver anexo 1, 2 y 3)

8. PROPUESTA PARA AUMENTAR RENDIMIENTO DE EXPLOTACIÓN.

8.1. RENDIMIENTO DE MAQUINARIA AMARILLA

Se evidencia que el problema que se tiene con el rendimiento de la maquinaria amarilla es por falta de mantenimiento, la empresa Agregados Bennu S.A.S, no tiene un plan de mantenimiento de maquinaria amarilla.

Se realiza un plan de mantenimiento de maquinaria amarilla, este se realiza en base al programa de mantenimiento de equipos e instalaciones del área de sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SG-SST) (Ver Anexo 15)

Para realizar el plan de mantenimiento de maquinaria amarilla se tiene en cuenta:

- Intervalos de mantenimiento que sugiere el fabricante de cada equipo.
- Horómetro de la maquinaria amarilla.
- Estado actual de cada uno de los equipos.

Se realiza un cronograma anual para el mantenimiento de la maquinaria amarilla teniendo en cuenta la cantidad de horas que el equipo trabaja al mes en promedio. (Ver anexo 4)

Además de esto se diseña e implementa formatos

- Formato de preusos:

Este formato es diligenciado por cada uno de los operarios antes del inicio de las labores, se implementa para excavadora y camión articulado (Dumper) (Ver anexo 5 y 6)

- Formato de revisión :

Este formato se diligencia por cada uno de los operadores de maquinaria y el mecánico, se realiza periódicamente y está enfocado al mantenimiento que se les realiza a los equipos, además de este formato cada uno de los equipos tiene una bitácora en la cual van plasmando todo lo que se le está haciendo a la maquinaria y a las posibles fallas que este presentando. El formato de revisión se le realiza para la excavadora, cargador, camión articulado (Dumper) y bulldozer. (Ver anexo 7,8 y 9)

8.2. MEJORAMIENTO DE VÍAS

Se realiza un plan para el mejoramiento de las vías del proyecto, teniendo identificadas las principales vías por donde va a pasar el cargue de material.

Se organizan cuatro vías en las que el tráfico es de mayor densidad, se tienen dos vías en cargue de crudo y dos vías de cargue de estéril.

El plan de mejoramiento consiste en la afirmación de las vías de mayor tráfico vehicular con ayuda del bulldozer.

Antes del inicio de las operaciones en la mañana se debe realizar el raspado de las vías y el relleno de los huecos que se puedan presentar por el paso de los vehículos.

Se da la instrucción para que después de lluvias se realice una limpieza de las diferentes vías para poder iniciar el cargue, igualmente el bulldozer en horas de lluvias no se puede realizar limpieza de las vías para evitar que el material afirmado se suelte y pierda su compactación.

8.3. ORGANIZACIÓN DE CARGUE

La organización de cargue se debe realizar antes del inicio de las operaciones mineras, para esta organización se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Número de frentes en explotación
- Tipo de material a extraer en cada frente de explotación.
- Recorrido que se debe realizar para los movimientos de los diferentes materiales.
- Condiciones del terreno.

Las vías de mayor tráfico se les realizan una caracterización para conocer la longitud del recorrido que se debe hacer en el movimiento de material, esto se realiza en base al plano de actualización topográfica de agosto 2017. (Ver anexo 10,11, 12 y 13)

Tabla 11. Longitud de las vías del área de explotación.

	LONGITUD
VÍA 1 CRUDO	634 m
VÍA 2 CRUDO	979 m
VÍA 1 ESTÉRIL	648 m
VÍA 2 ESTÉRIL	333 m

Fuente: del autor

9. PROPUESTA PARA EL AUMENTO DE EXPLOTACIÓN.

Se realiza un análisis de los costos para identificar en cuál de los ítems que allí se incurren se puede realizar un recorte de costo, se identifica que en la mano de obra se puede realizar una disminución en el costo haciendo ajustes al personal que labora en el área.

Desde el mes de enero 2018 se hace efectivo cambios en el personal (Ver tabla 12)

Tabla 12. Ajuste de personal.

NOMBRE	CARGO
SARMIENTO GOMEZ JACINTO	OPERADOR EXCAVADORA
PINILLA PRADA IVAN MILCIADES	OPERADOR EXCAVADORA
PAJARITO CASTIBLANCO JONATHAN	OPERADOR DUMPER
ROJAS LUIS ALEJANDRO	OPERADOR EXCAVADORA
MOLINA JIMENEZ WILLIAM HUMBERTO	OPERADOR MAQUINARIA AMARILLA
MOTA MANRIQUE JOSE RAFAEL	MECANICO
RODRIGUEZ ROCHA LEONARDO	CONTROLADOR MOVIMIENTOS INTERNOS
RAMIREZ PACHON ELGAR	CONDUCTOR
FONSECA GOMEZ PABLO ANDRES	OPERADOR DE DUMPER

Fuente: del autor

También se identifica que no se tiene en cuenta las depreciaciones de la maquinaria amarilla y se decide incluir en el costo este gasto para hacer un mejor análisis de los costos que se tienen en el área de explotación.

Se realiza el alquiler de un bulldozer adicional para poder realizar la nivelación y compactación del material de estéril y lodos que va salir como producto del aumento de la explotación.

Para realizar el aumento de la explotación teniendo en cuenta que el costo se debe mantener se tienen las siguientes propuestas para que se pueda efectuar.

Las propuestas que se especifican a continuación se tienen en cuenta que se pueden colocar las condiciones del contrato o manejar los diferentes frentes de explotación de manera que el beneficiado sea la empresa Agregados Bennu S.A.S.

9.1. PROPUESTA NÚMERO 1

Para realizar el aumento de la explotación, la primera propuesta que se plantea es la de asignar a un contratista un área para que realice la explotación y se le va a pagar por m³ de material beneficiable llevada a patio de acopio.

Para esta propuesta se le puede hacer el pago al contratista por m³ de material beneficiable explotado el costo de \$ 7.000.

Ventajas:

- Se puede dar una explotación mínima al contratista
- No se realizaría mantenimiento a los equipos
- Mayor cumplimiento del contratista

Desventajas:

- El corte asignado puede tener menor cantidad de estéril
- Menor calidad del material explotado
- Menor área de explotación

9.2. PROPUESTA NÚMERO 2

Para realizar el aumento de la explotación, la segunda propuesta es la de realizar el alquiler de maquinaria para llegar a ese aumento de explotación.

Para realizar el aumento de la explotación se debe realizar el alquiler de una excavadora y vehículos para el movimiento del material; el alquiler de la excavadora se cancela por horas y el costo de la hora es de \$ 110.000, para el movimiento del material el valor a cancelar es de \$1.800/m³ de crudo y de \$ 20.000/ viaje de estéril.

Ventajas:

- El costo no se vería afectado ya que se incurrirían en los mismos gastos
- Mayor área de explotación
- Más control en la explotación.

Desventajas:

- Maquinaria en mal estado y que no tengan los rendimientos esperados
- Incumplimiento en los horarios establecidos

9.3. PROPUESTA NÚMERO 3

Para realizar el aumento de la explotación, la tercera propuesta es de establecer un valor a todo costo por m³ movido ya sea de crudo o de estéril.

Este método se basa en darle un valor al material movido por arranque y transporte a todo costo este valor sería asignado así; el crudo se cancelaría a \$2.800/m³ y el estéril se cancelaría a \$ 2.500/m³.

Ventajas:

- Mayor cumplimiento del contratista
- No se realizaría mantenimiento a los equipos

Desventajas:

- Menor calidad del material explotado
- Se puede generar incumplimientos en la extracción del material por parte del contratista

Estas tres propuestas se presentaron a la junta directiva de la empresa Agregados Bennu S.A.S, y se dio la aprobación para que a partir del mes de enero se iniciara la prueba de cada una de las propuestas teniendo en cuenta los costos.

Se realiza la propuesta número 1 en el mes de enero de 2018 dando los siguientes resultados:

Tabla 13. Movimientos de material mes de enero 2018.

MATERIAL	ENERO
CRUDO BENNU	20,518.0
CRUDO CONTRATISTA	11,322.0
CRUDO TOTAL	31,840.0
ESTERIL BENNU	37,859.5
ESTERIL CONTRATISTA	8,669.0
ESTERIL TOTAL	46,528.5

Fuente: del autor

Tabla 14. Costo de explotación mes de enero 2018.

ITEMS	COSTO
	ENERO
MAQUINARIA BENNU	\$ 20,027,624
MAQUINARIA ALQUILADA	\$ 39,551,774
TRANSPORTE DE MATERIAL	\$ 58,456,900
CRUDO CONTRAITSTA	\$ 79,254,000
MANTENIMIENTO	\$ 1,950,058
DIFERIDOS Y DEPRECIACION	\$ 23,333,500
MANO DE OBRA	\$ 22,580,552
REGALIAS	\$ 7,095,074
TOTAL	\$ 252,249,482
COSTO m3	\$ 7,922

Fuente: del autor

Se puede observar en el cuadro anterior que el costo de explotación con la primera propuesta se mantiene por debajo de los \$ 8.000 / m3 (Ver anexo 14)

Para el mes de febrero se decidió realizar la explotación alquilando maquinaria y vehículos para el transporte interno, además de esto se continúa con la explotación del contratista pagando por el m3 de material beneficiable.

Tabla 15. Movimientos de material mes de febrero 2018

MATERIAL	FEBRERO
CRUDO BENNU TOTAL	13,948.5
CRUDO SERGIO ESCOBAR	19,065.5
CRUDO TOTAL	33,014.0
ESTERIL BENNU TOTAL	25,035.5
ESTERIL SERGIO ESCOBAR	7,625.5
ESTERIL TOTAL	32,661.0

Fuente: del autor

Tabla 16. Costo de explotación mes de febrero 2018.

ITEMS	COSTO
	FEBRERO
MAQUINARIA BENNU	\$ 28,106,244
MAQUINARIA ALQUILADA	\$ 33,823,500
TRANSPORTE DE MATERIAL	\$ 60,127,300
CRUDO CONTRAITSTA	\$ 133,458,500
MANTENIMIENTO	\$ 6,024,487
DIFERIDOS Y DEPRECIACION	\$ 17,376,042
MANO DE OBRA	\$ 26,918,663
REGALIAS	\$ 6,135,279
TOTAL	\$ 311,970,015
COSTO m3	\$ 8,896

Fuente: del autor

Se puede observar en el cuadro anterior que el costo de explotación con la segunda propuesta supera lo presupuestado que es \$ 8.000 / m3. (Ver anexo 15)

Para el mes de marzo se realizó la explotación teniendo en cuenta, a un contratista se le cancela el valor por m3 explotado ya sea de estéril o crudo y al otro contratista se le cancela el crudo que se suministre a patio de acopio del material.

Tabla 17. Movimientos de material mes de marzo 2018.

MATERIAL	MARZO
CRUDO BENNU	4,667.0
CRUDO BENNU CONTRATISTA	1,856.5
CRUDO BENNU TRANSPORTE	18,737.0
CRUDO BENNU TOTAL	25,260.5
CRUDO CONTRATISTA	13,945.5
CRUDO TOTAL	39,206.0
ESTERIL BENNU	2,340.0
ESTERIL BENNU CONTRATISTA	8,061.0
ESTERIL BENNU TRANSPORTE	11,568.0
ESTERIL BENNU TOTAL	21,969.0
ESTERIL SERGIO ESCOBAR	11,008.0
ESTERIL TOTAL	32,977.0

Fuente: del autor

Tabla 18. Costo explotación mes de marzo 2018.

ITEMS	COSTO
	MARZO
MAQUINARIA BENNU	\$ 26,356,127
MAQUINARIA ALQUILADA	\$ 34,904,468
TRANSPORTE DE MATERIAL	\$ 75,617,300
CRUDO CONTRATISTA	\$ 97,618,500
MANTENIMIENTO	\$ 1,622,278
DIFERIDOS Y DEPRECIACION	\$ 21,445,107
MANO DE OBRA	\$ 29,129,574
REGALIAS	\$ 6,135,279
TOTAL	\$ 292,828,633
COSTO m3	\$ 7,469

Fuente: del autor

Se puede observar en el cuadro anterior que el costo de explotación con la tercera propuesta se mantiene por debajo de los \$ 8.000 / m3. (Ver anexo 16)

CONCLUSIONES

Se realiza un análisis general de la empresa y se concluye que es una empresa con una buena proyección de mercado y que cumple con la normatividad minero-ambiental para el desarrollo de las diferentes actividades que se realizan.

Se hace un análisis de los costos que se manejan en el área de explotación, se tiene como conclusión que el costo se puede manejar en el margen entregado por la empresa siempre y cuando se pueda manejar los volúmenes de estéril que se transportan, se debe tener gran precaución debido a que el margen de estéril y crudo es muy cercano para esto se debe realizar una planeación casi a diario para que no se vea afectado el costo.

Se realiza un cronograma de mantenimiento de maquinaria amarilla para que se reduzcan las varadas del equipo por falta de mantenimiento.

Para la reducción de gastos se implementa una organización del personal, ya que se evidencia que hay grandes gastos en horas extras del personal y no se ve reflejado los trabajos, se realiza una mejora en los turnos y que sean más eficientes en cada uno de estos turnos.

El objetivo principal del presente informe es de realizar el aumento de la explotación sin generar sobre costo, se puede concluir que el aumento se puede generar tercerizando la extracción y el movimiento y no se genera un aumento del costo que se tiene en promedio en la empresa Agregados Bennu S.A.S,

RECOMENDACIONES

Aumento de explotación:

Como se pudo analizar en la elaboración del presente informe, para que el aumento de explotación no genere un sobre costo a la empresa se tienen dos alternativas que se pueden realizar teniendo en cuenta que ninguna sobre pasa el costo de los \$8.000/m³ de explotación, es importante destacar que para que el costo no aumente se tiene que tener un control en los movimientos de estéril que se generen en los diferentes frentes de explotación, para que el costo sea optimo no debe sobrepasar el 1 a 1 en movimiento de crudo y estéril, si se reduce el movimiento de estéril el costo puede bajar.

Para el control del material que se va a explotar por parte de contratistas se incluye personal de Agregados Bennu para que realice una planilla en donde se tengan los viajes que cada uno de los contratistas realice, esto con el fin de tener control en los movimientos, se recomienda a la junta directiva que se realice la implementación de un talonario para el control de los viajes realizados.

Rendimiento de maquinaria amarilla:

Para que la maquinaria amarilla de la empresa Agregados Bennu S.A.S, realice una operación sin mayores pérdidas de tiempo por mantenimiento, se tiene que cumplir el cronograma de mantenimiento que se especifica en el informe y así se logra disminuir las paradas de la maquinaria por daños, así también se pueden reducir los costos de imprevistos en la maquinaria.

También es importante que se tengan las vías en unas condiciones buenas para que los movimientos del material explotado sean más eficientes y no se generen pérdidas de tiempo por retrasos en los movimientos.

BIBLIOGRAFÍA

CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Código de Minas, Ley 685 de Agosto 15 de 2001. Edición UPME Bogotá

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto Numero 2041, Octubre 15 de 2014.

ACTUALIZACION DEL PROGRAMA DE TRABAJOS E INVERSIONES, Contrato de concesión Numero 18430, Marzo 2014

LICENCIA AMBIENTAL, Resolución 0917, mayo 31 de 2007.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EXPLOTACION Y BENEFICIO DE AGREGADOS PETREOS, licencia 18430, municipio de Carmen de Carupa (departamento de Cundinamarca)

INFORMES DE EXPLOTACION MES DE OCTUBRE, noviembre, diciembre 2107 enero, febrero y marzo 2018, suministrados empresa Agregados Bennu S.A.S.

ANEXOS

Anexo 1. Costo de explotación mes de octubre 2017.

COSTOS AREA DE EXPLOTACIÓN OCTUBRE 2017	
MAQUINARIA (ANEXO 1)	
ITEM	VALOR
COSTO OPERACIÓN MAQUINARIA BENNU	\$ 33,995,926
COSTO OPERACIÓN MAQUINARIA ALQUILADA	\$ 61,168,500
TOTAL MES	\$ 95,164,426
COSTO MATERIAL (ANEXO 2)	
ITEM	VALOR
TRANSPORTE CRUDO	\$ 26,730,900
TRANSPORTE ESTERIL	\$ 35,720,000
TOTAL MES	\$ 62,450,900
MANTENIMIENTO	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAQUINARIA	\$ 12,366,336
MANTENIMIENTO CORRECTIVO MAQUINARIA	\$ -
DIFERIDOS	\$ 9,076,404
TOTAL MES	\$ 21,442,740
MOVIMIENTO DE CRUDO BENNU	20753.5
TOTAL CRUDO	20753.5
MOVIMIENTO DE ESTERIL	
TRANSPORTADO	17462
REPALCO	12000
TOTAL	29462
MANO DE OBRA	\$ 33,610,972
REGALIAS	\$ 6,231,686
COSTO CRUDO BENNU	\$ 218,900,724
TOTAL	\$ 10,548

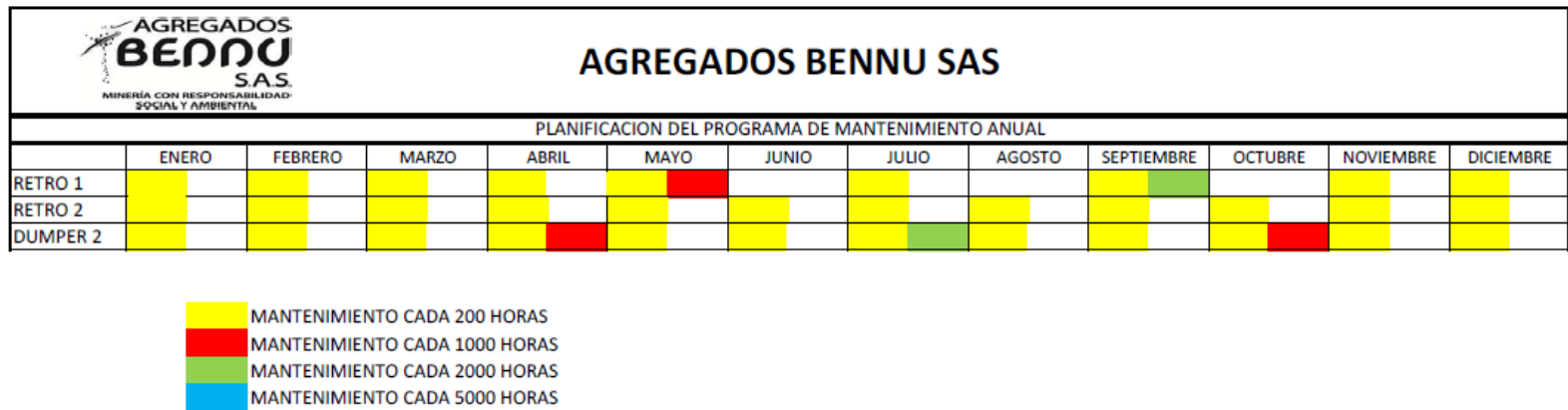
Anexo 2. Costo de explotación mes de noviembre 2017.

COSTOS AREA DE EXPLOTACIÓN NOVIEMBRE 2017	
MAQUINARIA (ANEXO 1)	
ITEM	VALOR
COSTO OPERACIÓN MAQUINARIA BENNU	\$ 20,486,900
COSTO OPERACIÓN MAQUINARIA ALQUILADA	\$ 52,628,500
TOTAL MES	\$ 73,115,400
COSTO MATERIAL (ANEXO 2)	
ITEM	VALOR
TRANSPORTE CRUDO	\$ 38,439,000
TRANSPORTE ESTERIL	\$ 30,800,000
TOTAL MES	\$ 69,239,000
MANTENIMIENTO	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAQUINARIA	\$ 487,800
MANTENIMIENTO CORRECTIVO MAQUINARIA	\$ 1,789,206
DIFERIDOS	\$ 9,067,991
TOTAL MES	\$ 11,344,997
MOVIMIENTO DE CRUDO BENNU	24995
TOTAL CRUDO	24995
MOVIMIENTO DE ESTERIL	
TRANSPORTADO	24663.5
REPALEO	0
TOTAL	24663.5
MANO DE OBRA	\$ 34,881,914
REGALIAS	\$ 6,231,686
TOTAL	\$ 194,812,998
VALOR POR M3 EXPLOTADO TOTAL	\$ 7,794


Anexo 3. Costo de explotación mes de diciembre 2017.

COSTOS AREA DE EXPLOTACIÓN DICIEMBRE 2017	
MAQUINARIA (ANEXO 1)	
ITEM	VALOR
COSTO OPERACIÓN MAQUINARIA BENNU	\$ 25,236,936
COSTO OPERACIÓN MAQUINARIA ALQUILADA	\$ 31,838,500
TOTAL MES	\$ 57,075,436
COSTO MATERIAL (ANEXO 2)	
ITEM	VALOR
TRANSPORTE CRUDO	\$ 20,472,300
TRANSPORTE ESTERIL	\$ 25,640,000
TOTAL MES	\$ 46,112,300
MANTENIMIENTO	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAQUINARIA	\$ 4,407,820
MANTENIMIENTO CORRECTIVO MAQUINARIA	\$ 203,000
DIFERIDOS	\$ 10,577,233
TOTAL MES	\$ 15,188,053
MOVIMIENTO DE CRUDO BENNU	19438.5
TOTAL CRUDO	19438.5
MOVIMIENTO DE ESTERIL	
TRANSPORTADO	20085
REPALEO	0
TOTAL	20085
MANO DE OBRA	\$ 31,877,156
REGALIAS	\$ 6,231,686
TOTAL	\$ 156,484,631
VALOR POR M3 EXPLOTADO BENNU	\$ 8,050


Anexo 4. Cronograma de mantenimiento anual.




Anexo 5. Formato inspección pre-uso volqueta.

			EXPLORACIÓN				CODIGO : EX -FO - 005			
INSPECCIÓN DE PRE USO -VOLQUETA			FECHA: DICIEMBRE 20 DE 2017				Página: 1 de 1			
DUMPER: VOLQUETA:			NUMERO:				AREA:			
FECHA:										
ITEM	VERIFICAR	FREQ.	PÁRAMETRO	cod. acción	tiempo	DÍA DEL MES				
1	NIVELES DE ACEITE DEL MOTOR	TURNO	Verifique que los niveles este dentro de la cuadrícula de la varilla medidora	2	1					
					2					
2	NIVELES DE ACEITE HIDRAULICO	TURNO	Verifique que los niveles este dentro de las dos líneas de la mirilla	2	1					
					2					
3	NIVEL DE REFRIGERANTE	TURNO	Verifique que los niveles este dentro de las dos líneas de la mirilla	2	1					
					2					
4	NIVEL DE ACEITE	TURNO	Verifique que los niveles este dentro del nivel del tapón	2	1					
					2					
5	LUBRICACIÓN PUNTOS DE MOVIMIENTO	TURNO	Realice lubricación en articulaciones de equipo	2	1					
					2					
6	COMBUSTIBLE	TURNO	Verifique que el nivel de combustible este dentro del indicador de reserva y full	1	1					
					2					
7	LLANTAS	TURNO	Compruebe el estado de la llanta, inspeccione por el hoyo de la llanta. Compruebe el apriete de las tuercas o pernos	1	1					
					2					
8	INDICADOR DE AIRE	TURNO	Verifique que el compresor este cargado	1	1					
					2					
9	CABINA DE OPERACIÓN	TURNO	Revisa el cinturón de seguridad, extintor, indicadores de tablero de control máquina, controles conmuta y funcionamiento, ASO	2	1					
					2					
10	LUCES Y ALARMAS	TURNO	Que las luces prendan y apaguen correctamente, que la alarma de marcha hacia atrás funcione correctamente	1	1					
					2					
11	KILOMETRAJE	TURNO	Que funcione para controlar operación y mantenimiento	1	1					
					2					
12	ESTADO GENERAL, ESTRUCTURA Y GUARDAS	TURNO	Verificar que las guardas estén completas, que no hayan fisuras en el chasis del equipo, revisión general del contorno del equipo	1	1					
					2					
13	REALIZA INSPECCIÓN GENERAL DE FUGAS, REVISIÓN ENTORNO GENERAL VOLQUETA	TURNO	Verifique que no tenga fugas y la máquina no tenga golpes	2	1					
					2					
FIRMA ENCARGADO					T1					
FIRMA ENCARGADO					T2					
MARQUE EN LAS INSPECCIONES: C: CONFORME N: NO CONFORME		SI CONSTATA ALGUNA ANORMALIDAD O ALGUNA CONDICIÓN NO CONFORME, DETALLARLA EN LA HOJA DE REGISTRO DE PROBLEMAS (AL REVERSO) PARA QUE SE REALICE LA ACCIÓN DE CORRECCIÓN.			CODIGO DE LAS ACCIONES INMEDIATAS EN CASO DE CONDICIÓN(ACTO FUERA DEL PATRÓN): 1. AJUSTAR/CORREGIR OPERAR EL EQUIPO				2. NO EJECUTAR LA INSPECCIÓN CON LA FRECUENCIA Q, PARA EQUIPOS PARA USO ESPORÁDICO, CUANDO SE USE. OPERAR EL EQUIPO SOLAMENTE DESPUÉS DE EJECUTAR LA INSPECCIÓN DE PRE-USEO.	


Anexo 6. Formato inspección pre-uso excavadora hidráulica.

		EXPLORACIÓN						CODIGO : EX -FO - 004			
INSPECCIÓN DE PRE USO - EXCAVADORA HIDRAULICA											
VERSIÓN No. 1		FECHA: DICIEMBRE 20 DE 2017						Página: 1 de 1			
RETROEXCAVADORA:		NUMERO:						AREA:			
FECHA:											
ITEM	VERIFICAR	FREQ.	PÁRAMETRO	cas. scch	turno	DÍA DEL MES					
1	NIVELES DE ACEITE EN EL MOTOR	TURNO	Verifique que los niveles estén dentro de la cuadrícula de la varilla medidora	2	T1						
					T2						
2	NIVELES DE ACEITE HIDRAULICO	TURNO	Verifique que los niveles estén dentro de las dos líneas de la manilla	2	T1						
					T2						
3	NIVEL DE REFRIGERANTE	TURNO	Verifique que los niveles estén dentro de las dos líneas de la manilla	2	T1						
					T2						
4	NIVEL ACEITE REDUCTOR DE GIRO	TURNO	Verifique que los niveles estén dentro de la cuadrícula de la varilla medidora	2	T1						
					T2						
5	LUBRICACIÓN PUNTOS DE MOVIMIENTO	TURNO	Articulaciones de equipo, brazo y pluma	1	T1						
					T2						
6	TANQUE DE COMBUSTIBLE - COMBUSTIBLE	TURNO	Drenar el separador de agua. Drenar agua y sedimentos del tanque. Revisar el nivel de combustible.	1	T1						
					T2						
7	CRUCAS	TURNO	Que estén completas y tensionadas	1	T1						
					T2						
8	FILTRO DE AIRE	TURNO	Verifique que no estén sucios	2	T1						
					T2						
9	CABINA DE OPERACIÓN	TURNO	Cinturón de seguridad, vidrios con buena visibilidad y completos, malla de protección, extintor, indicadores y medidores, ASEO	1	T1						
					T2						
10	CONTROLES Y LUCES	TURNO	Que todas las luces funcionen correctamente, que funcione la alarma de desplazamiento	1	T1						
					T2						
11	TREN DE RODAJE	TURNO	Revisa que el tren de rodaje funcione bien	2	T1						
					T2						
12	HOROMETRO	TURNO	Que funcione para controlar operación y mantenimiento	1	T1						
					T2						
13	ESTADO GENERAL ESTRUCTURA Y GUARDAS	TURNO	Verificar que las guardas estén completas, que no hayan flujos en el chasis del equipo	2	T1						
					T2						
FIRMA ENCARGADO					T1						
FIRMA ENCARGADO					T2						
MARQUE EN LAS INSPECCIONES C: CONFORME N: NO CONFORME		SI CONSTATA ALGUNA ANORMALIDAD O ALGUNA CONDICIÓN NO CONFORME, DETALLARLA EN LA HOJA DE REGISTRO DE PROBLEMAS (AL REVERSO) PARA QUE SE REALICE LA ACCIÓN DE CORRECCIÓN.			CODIGO DE LAS ACCIONES INMEDIATAS EN CASO DE CONDICIÓN/ACTO FUERA DEL PATRÓN: 1. AJUSTAR/CORREGIR 2. NO OPERAR EL EQUIPO				EJECUTAR LA INSPECCIÓN CON LA FRECUENCIA D, PARA EQUIPOS PARA USO ESPECÍFICO, CUANDO SE USE. OPERAR EL EQUIPO SOLAMENTE DESPUÉS DE EJECUTAR LA INSPECCIÓN DE PREUSO.		

Anexo 7. Ficha de bulldozer para mantenimiento rutinario

	EXPLOTACIÓN					
	FICHA DE BULLDOZER PARA MANTENIMIENTO RUTINARIO					CÓDIGO :
						EX - FO - 008
VERSIÓN: No. 1	FECHA: 13-12-2017				Página 1 de 1	
MAQUINA: BULLDOZER			MARCA:			
FECHA:			HOROMETRO:			
	ESTADO		REQUIERE:			
	OK	MALO	Ajustar	Limpiar/ Sustituir	lubricar	Observaciones
Filtro de motor						
Filtro de combustible						
Trampa filtro de combustible						
Filtro de aire						
Filtro del sistema hidráulico						
Aceite motor						
Aceite del sistema hidráulico						
Aceite mandos finales						
Revisión de orugas						
Revisar carriles						
Revisar tensores						
Revisar bujes del equipo						
Revisar empaques de gatos						
Revisar cuchillas y esquineras						
Revisar rotulas						
Revisar radiadores						
Revisar segmentos del espolker						
Revisar baterías, luces y alarma de reverso						
Revisar motor						
Revisar mandos finales						
Revisar sistema de engrase						
Revisar correas de ventilador y alternador						
Revisar tubo alimentados						
Revisar sistema de inyección						
Revisar tapas de radiador y tanques de hidráulico y combustible						
REVISADO POR:						
TIEMPO EN REALIZAR MANTENIMIENTO:						
OBSERVACIONES:						

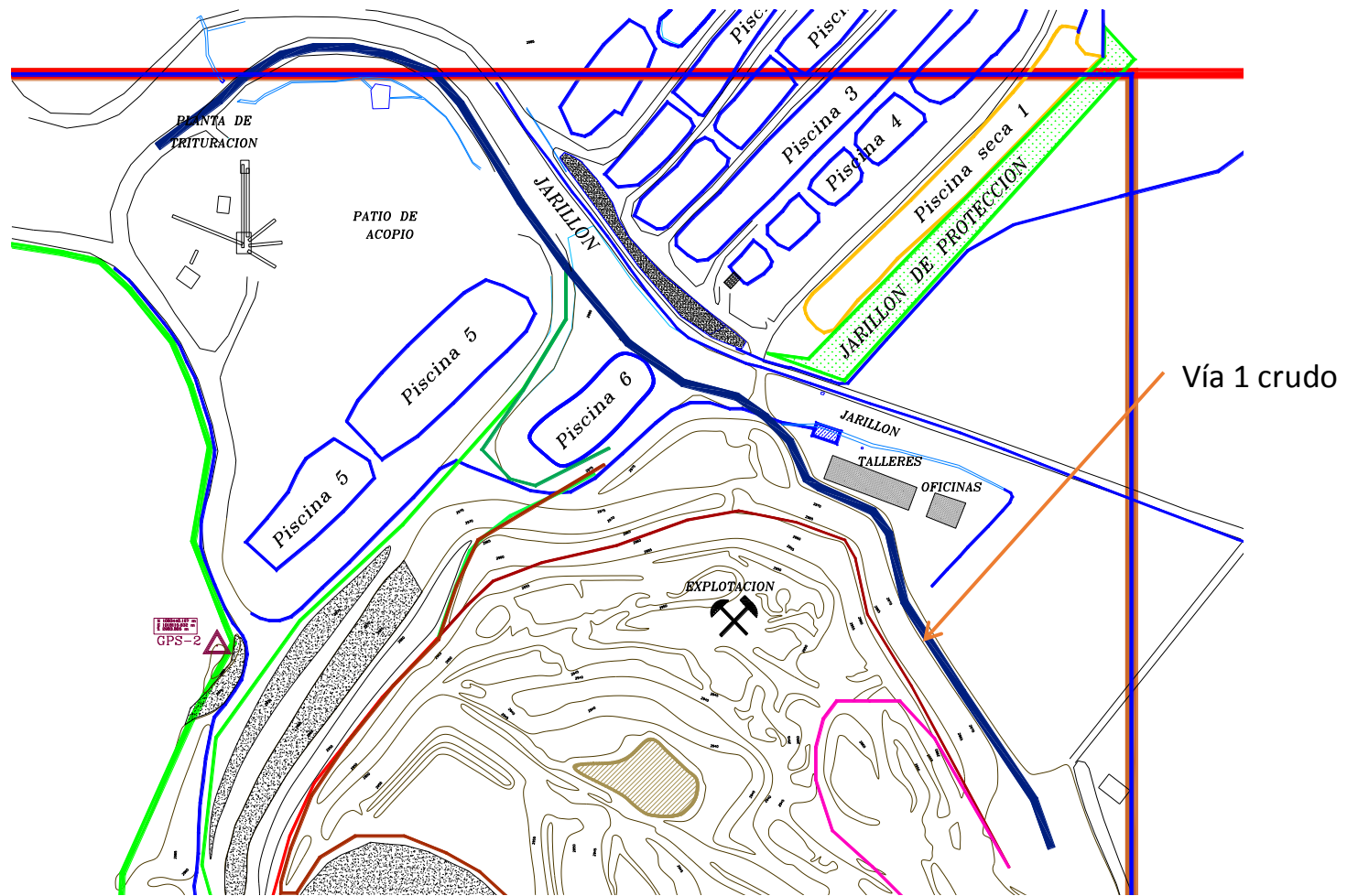
Anexo 8. Ficha maquinaria para mantenimiento rutinario

	EXPLOTACIÓN					
	FICHA DE MAQUINARIA PARA MANTENIMIENTO RUTINARIO					CÓDIGO:
						EX - FO - 007
VERSIÓN: No. 1	FECHA: 13-12-2017				Página 1 de 1	
MAQUINA:			MARCA:			
FECHA:			HOROMETRO:			
	ESTADO		REQUIERE:			
	OK	MALO	Ajustar	Limpiar/ Sustituir	lubricar	Observaciones
Verificar nivel del aceite de motor						
Verificar que no existan ruidos anormales en el motor						
Verificar fugas del motor (aceite, agua, etc.)						
Verificar el filtro de aire						
Verificar nivel del fluido hidráulico						
Verificar nivel del combustible						
Verificar fugas de aceite en todos los circuitos hidráulicos						
Verificar estado de los neumáticos						
Verificar pernos rotos en las llantas.						
Verificar todas las tuercas de las llantas						
Verificar las conexiones de la batería y los niveles de fluido						
Verificar bandas (condición y tensión)						
Verificar los pines y articulaciones (lubricación)						
Verificar sistema de alumbrado						
Verificar nivel del líquido refrigerante						
Verificar estado del radiador						
Verificar el tubo de escape						
Verificar estado de los frenos						
Verificar el sistema de frenos de parqueo						
Verificar extintores manuales						
Verificar que los indicadores del tablero estén funcionando correctamente						
Verificar la condición del cucharón (si existe)						
Verificar la estructura de la máquina						
REVISADO POR:						
TIEMPO EN REALIZAR MANTENIMIENTO:						
OBSERVACIONES:						

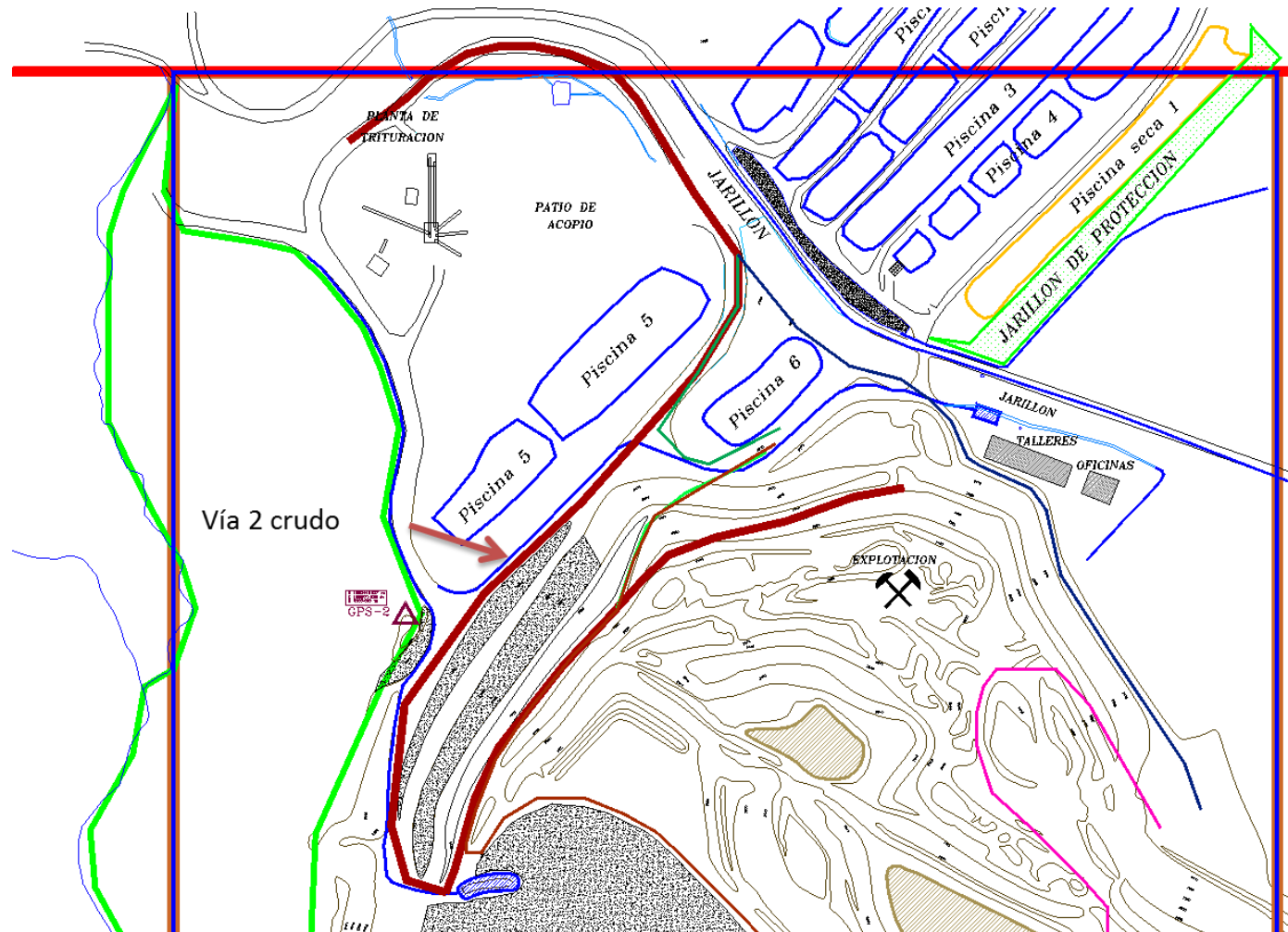
Anexo 9. Ficha de retroexcavadora para mantenimiento rutinario

	EXPLOTACIÓN					CÓDIGO : EX - FO - 006
	FICHA DE RETROEXCAVADORA PARA MANTENIMIENTO RUTINARIO					
VERSIÓN: No. 1	FECHA: 13-12-2017				Página 1 de 1	
MAQUINA:			MARCA:			
FECHA:			HOROMETRO:			
	ESTADO		REQUIERE:			Observaciones
	OK	MALO	Ajustar	Limpiar/ Sustituir	lubricar	
Luces de trabajo delanteras						
Luces de trabajo traseras						
Especios laterales y retrovisores						
Extintor de incendio						
Estado del asiento						
Estado vidrio panorámico						
Indicador del refrigerante						
Indicador hidráulico						
Horómetro						
Indicador corriente						
Indicador aceite de motor						
Estado del exosto						
Alarma de retroceso						
Baterías y cables						
Fugas hidráulicas						
Estado de pasadores						
Estado de las orugas						
Mecanismo de giro (Tornamesa)						
Corona de tornamesa						
Mandos de avance						
Freno de estacionamiento						
Estado general del balde						
Mandos de levante del brazo						
Mandos de giro						
Estado de los gatos hidráulicos						
Estado de aseo general						
Estado de las mangueras						
Estado de las zapatas						
Estado del sproker y rueda loca						
Rodillos inferiores						
Rodillos superiores						
REVISADO POR:						
TIEMPO EN REALIZAR MANTENIMIENTO:						
OBSERVACIONES:						

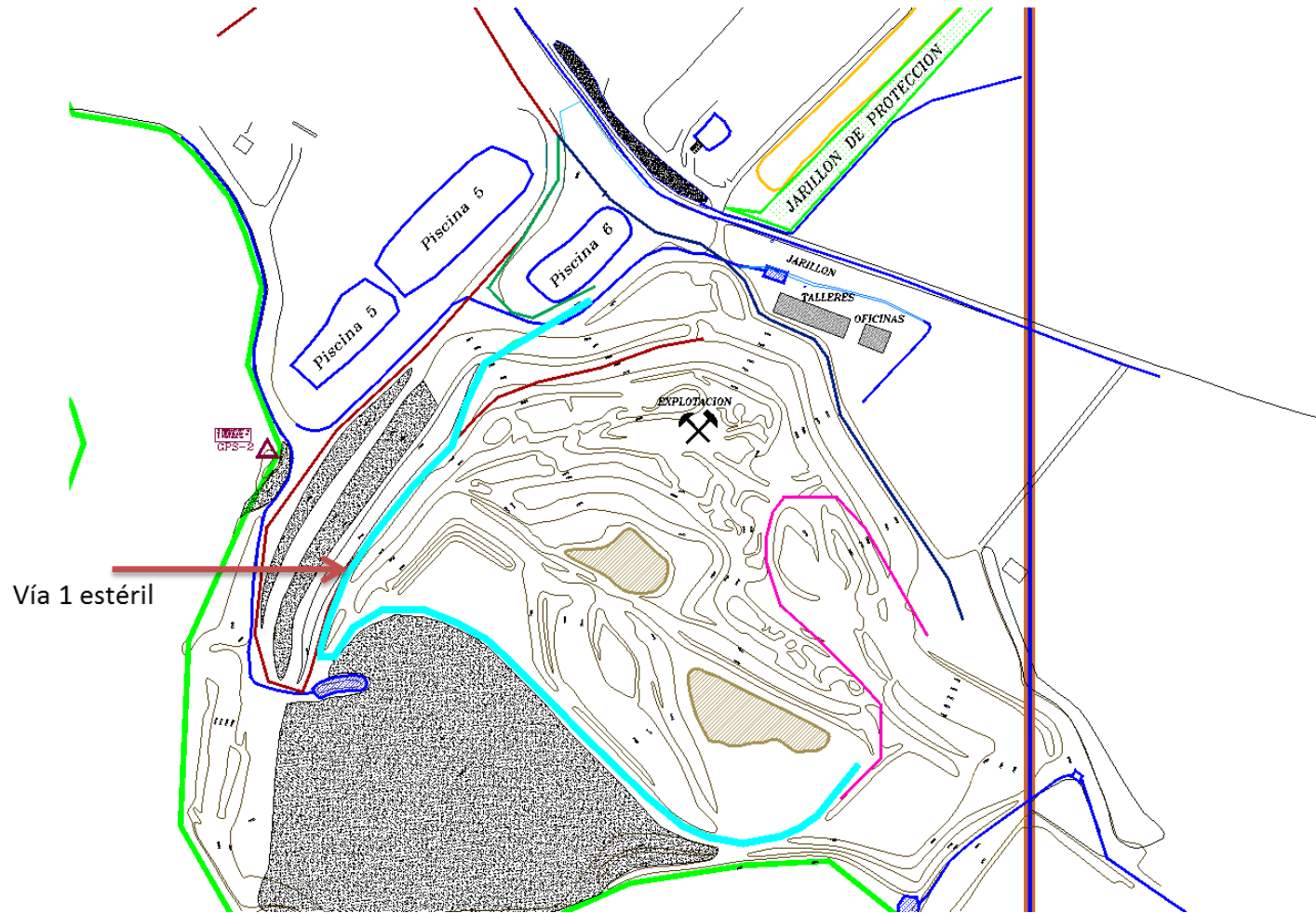
Anexo 10. Vía 1 para el movimiento de crudo, con una longitud de 634 m



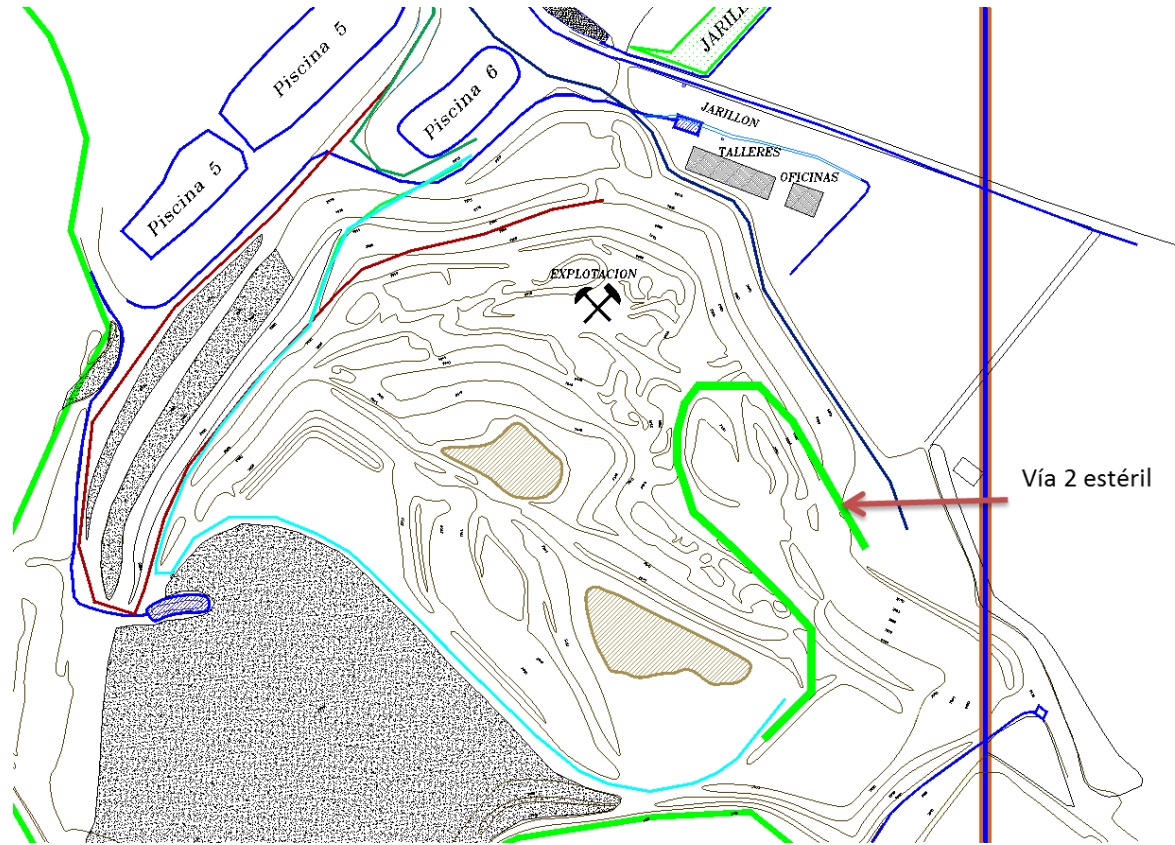
Anexo 11. Vía 2 para el movimiento de crudo, con una longitud de 979 m



Anexo 12. Vía 1 para el movimiento de estéril, con una longitud de 648 m



Anexo 13. Vía 2 para el movimiento de estéril, con una longitud de 333 m



Anexo 14. Costo de explotación mes de enero 2018.

COSTOS AREA DE EXPLOTACIÓN ENERO 2018	
MAQUINARIA (ANEXO 1)	
ITEM	VALOR
COSTO OPERACIÓN MAQUINARIA BENNU	\$ 20,027,624
COSTO OPERACIÓN MAQUINARIA ALQUILADA	\$ 39,551,774
TOTAL MES	\$ 59,579,398
COSTO MATERIAL (ANEXO 2)	
ITEM	VALOR
TRANSPORTE CRUDO	\$ 24,696,900
TRANSPORTE ESTERIL	\$ 33,760,000
TOTAL MES	\$ 58,456,900
CRUDO CONTRATISTA	\$ 79,254,000
MANTENIMIENTO	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAQUINARIA	\$ -
MANTENIMIENTO CORRECTIVO MAQUINARIA	\$ 1,950,058
DIFERIDOS	\$ 20,371,233
DEPRECIACION	\$ 2,962,267
TOTAL MES	\$ 25,283,558
MOVIMIENTO DE CRUDO BENNU	20518
MOVIMIENTO DE CRUDO CONTRATISTA	11322
TOTAL CRUDO	31840
MOVIMIENTO DE ESTERIL	
TRANSPORTADO	37,859.5
REPALEO	
TOTAL	37859.5
MANO DE OBRA	\$ 22,580,552
REGALIAS	\$ 7,095,074
COSTO CRUDO BENNU	\$ 172,995,481
TOTAL	\$ 252,249,481
VALOR POR M3 EXPLOTADO BENNU	\$ 8,431
VALOR POR M3 EXPLOTADO TOTAL	\$ 7,922

Anexo 15. Costo de explotación mes de febrero 2018

COSTOS AREA DE EXPLOTACIÓN FEBRERO 2018	
MAQUINARIA (ANEXO 1)	
ITEM	VALOR
COSTO OPERACIÓN MAQUINARIA BENNU	\$ 28,106,244
COSTO OPERACIÓN MAQUINARIA ALQUILADA	\$ 33,823,500
TOTAL MES	\$ 61,929,744
COSTO MATERIAL (ANEXO 2)	
ITEM	VALOR
TRANSPORTE CRUDO	\$ 25,107,300
TRANSPORTE ESTERIL	\$ 35,020,000
TOTAL MES	\$ 60,127,300
CRUDO SERGIO	\$ 133,458,500
MANTENIMIENTO	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAQUINARIA	\$ -
MANTENIMIENTO CORRECTIVO MAQUINARIA	\$ 6,024,487
AMOTIZACIONES	\$ 14,413,775
DEPRECIACION	\$ 2,962,267
TOTAL MES	\$ 23,400,529
MOVIMIENTO DE CRUDO BENNU	16002.5
MOVIMIENTO DE CRUDO SERGIO	19065.5
TOTAL CRUDO	35068
MOVIMIENTO DE ESTERIL	
TRANSPORTADO	25,035.5
REPALEO	
TOTAL	25035.5
MANO DE OBRA	\$ 26,918,663
REGALIAS	\$ 6,135,279
COSTO CRUDO BENNU	\$ 178,511,515
TOTAL	\$ 311,970,015
VALOR POR M3 EXPLOTADO BENNU	\$ 11,155
VALOR POR M3 EXPLOTADO TOTAL	\$ 8,896

Anexo 16. Costo de explotación mes de marzo 2018

COSTOS AREA DE EXPLOTACIÓN MARZO 2018	
MAQUINARIA (ANEXO 1)	
ITEM	VALOR
COSTO OPERACIÓN MAQUINARIA BENNU	\$ 26,356,127
COSTO OPERACIÓN MAQUINARIA ALQUILADA	\$ 34,904,468
TOTAL MES	\$ 61,260,595
COSTO MATERIAL (ANEXO 2)	
ITEM	VALOR
TRANSPORTE CRUDO	\$ 38,924,800
TRANSPORTE ESTERIL	\$ 36,692,500
TOTAL MES	\$ 75,617,300
CRUDO SERGIO	\$ 97,618,500
MANTENIMIENTO	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAQUINARIA	\$ 1,495,280
MANTENIMIENTO CORRECTIVO MAQUINARIA	\$ 126,998
AMOTIZACIONES	\$ 18,482,840
DEPRECIACION	\$ 2,962,267
TOTAL MES	\$ 23,067,385
MOVIMIENTO DE CRUDO BENNU	25260.5
MOVIMIENTO DE CRUDO SERGIO	13945.5
TOTAL CRUDO	39206
MOVIMIENTO DE ESTERIL	
TRANSPORTADO	21,969.0
REPALEO	
TOTAL	21969
MANO DE OBRA	\$ 29,129,574
REGALIAS	\$ 6,135,279
COSTO CRUDO BENNU	\$ 195,210,133
TOTAL	\$ 292,828,633
VALOR POR M3 EXPLOTADO BENNU	\$ 7,728
VALOR POR M3 EXPLOTADO TOTAL	\$ 7,469

Anexo 17. Plano de actualización topográfica Agosto 2017

Anexo 18. Programa de mantenimiento equipos e instalaciones.