

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”**

**Tesis presentada en opción al Título de Especialista en
Explotación de Yacimiento para Materiales de Construcción**



**TITULO: PERFECCIONAMIENTO DEL PROYECTO DE
EXPLOTACIÓN DEL SECTOR DE CEMENTO BLANCO
EN EL YACIMIENTO NIEVES MOREJÓN**

Autor: Ing. Diomelys Rodríguez Cabrera

Tutor: Dr. C. Orlando Belete Fuentes

Moa 2012

Año 54 de la Revolución

RESUMEN.

El yacimiento Nieves Morejón ubicado en el Municipio de Cabaiguan, Provincia Sancti Spiritus esta constituido por tres variedades de rocas calizas: Calizas recristalizadas de cristales finos organógenas, macizas de color blanco, blanco-crema y crema, Calizas recristalizadas organógenas de cristales finos agrietados de color gris, gris-oscuro y Calizas brechosas, muy destruidas, plegadas de color gris- oscuro, negro, de ahí que el mismo se divida en dos sectores de explotación: Sector cemento blanco y Sector Áridos.

Los niveles superiores de este sector actualmente no reúnen las condiciones para su explotación como materia prima para la producción de cemento blanco por encontrarnos los tipos tecnológicos Tipo II Fe_2O_3 mayor que 0.04 % y menor e igual a 0.08 % y Tipo III Fe_2O_3 mayor que 0.08 y menor e igual a 0.15 %, además la capacidad de producción en este sector se encuentra muy limitada, primeramente por la falta de desarrollo minero, la situación crítica del equipamiento tecnológico y no tecnológico y el deterioro de las condiciones técnicas organizativas de la explotación minera.

Debido a esta problemática se rediseño la organización y explotación del mismo utilizando todo este material en la producción de áridos y se posibilita una explotación mas integral de toda la cantera.

Además se realizó una valoración de todas las acciones productoras de impactos así como una evaluación de los mismos y las medidas correctoras

ÍNDICE:

	Pág.
INTRODUCCION	4
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.1 Introducción	6
1.2 Estado actual de la temática en el mundo.	7
1.3 Estado actual de la temática en Cuba.	9
CAPITULO II. CARACTERIZACIÓN Y PRINCIPALES PARTICULARIDADES GEOLÓGICAS DEL YACIMIENTO NIEVES MOREJÓN	15
2.1 Características geográficas y económicas de la región	15
2.2 Constitución geológica del yacimiento	16
2.2.1 Geología del yacimiento.	16
2.2.2 Tectónica del yacimiento	17
2.2.3 Grado de complejidad del yacimiento.	18
2.2.4 Características cualitativas y tecnológicas de los minerales útiles y de las rocas encajantes	18
2.2.5 Resultado del estudio de las propiedades físico-mecánicas	20
2.2.6 Cálculo de reservas	21
2.2.7 Características hidrológicas	21
2.2.8 Evaluación geólogo económica del yacimiento	22
CAPITULO III. ESTRATEGIA DE DESARROLLO DE LOS TRABAJOS DE EXPLOTACIÓN Y SU ORGANIZACIÓN.	23
3.1 Planteamiento de los problemas de producción indicados a solucionar	23
3.2 Estrategia de desarrollo de los trabajos de explotación y su organización.	25
3.2.1 Régimen de trabajo de la cantera.	25
3.2.2 Calculo de la productividad anual de la cantera	25
3.2.3 Calculo de las reservas y vida útil de la cantera.	27
3.2.4 Tipo de equipamiento a utilizar en la perforación de los	27

	barrenos.	
3.2.5	Calculo de la productividad de la carretilla barrenadora.	27
3.2.6	Calculo de la dimensión máxima de los pedazos de la roca	28
3.2.7	Calculo de la dimensión máxima de los pedazos de la roca	29
3.3	Pasaporte de perforación y voladura para la SE Tectron.	30
3.4	Fragmentación secundaria	38
3.5	Determinación de las distancias de seguridad	39
3.5.1	Determinación de la distancia de seguridad por la acción de la onda expansiva.	40
3.5.2	Determinación de las dimensiones de la zona de seguridad por la acción de la onda expansiva sobre el hombre	40
3.5.3	Determinación de la distancia de seguridad por el vuelo de algunos pedazos de roca.	40
3.6	Patrón usado frecuentemente para la realización de las voladuras primarias sector cemento blanco	41
3.7	Resultados de las variantes de explotación, organización de la explotación y caracterización de los impactos ambientales.	48
3.7.1	Principales parámetros para la realización del cálculo de volumen del desarrollo minero extraído	48
3.7.2	Calculo del consumo de explosivo por voladura	49
3.7.3	Resultados obtenidos en los volúmenes de mineral originados por el desarrollo minero.	52
3.8	Caracterización de los impactos ambientales que se producen y las causas que lo provocan, para su predicción y/ ó disminución desde la etapa de proyecto hasta el cierre.	57
3.8.1	Acciones del Proyecto susceptibles a producir impactos.	58
3.8.2	Factores del medio susceptibles de recibir impactos.	58
3.8.3	Principales impactos al medio ambiente en el yacimiento	62
	Conclusiones.	63
	Recomendaciones	64
	Anexos Gráficos	65

INTRODUCCION

La alta demanda de materiales de construcción en Cuba exige de una explotación cada vez mayor de áridos a todo lo largo y ancho del país, la cual debe ejecutarse dentro del marco del desarrollo sustentable, compromiso asumido en la Agenda 21, aprobada en la Cumbre de la Tierra en el año 1992. El desarrollo de nuevos equipos de laboreo minero y de instalaciones de preparación de áridos, unido a las restricciones ambientales actuales, obliga a utilizar métodos de explotación que ayuden a reducir los costos de producción, provoquen el menor impacto ambiental posible en el entorno donde se localizan las canteras, de manera que la industria de materiales de construcción sea económicamente Viable.

El presente trabajo esta enmarcado en las dificultades que presenta en materia de explotación la Cantera Nieves Morejón Sector de Cemento Blanco perteneciente a la Empresa de Materiales de Construcción de Sancti Spíritus.

El objetivo de la explotación de este Sector es suministrar la materia prima necesaria para la fabricación del cemento blanco en la Fábrica de Cemento Siguaney, producto de gran importancia económica, pues sustituye importaciones en el país. Esta materia prima por sus características químicas, CaCO_3 mayor del 97 % y los contenidos de Fe_2O_3 menores de 0.04 %, las hacen únicas en el país.

Los niveles superiores de este sector actualmente no reúnen las condiciones para su explotación como materia prima para la producción de cemento blanco por encontrarnos los tipos tecnológicos Tipo II Fe_2O_3 mayor que 0.04 % y menor e igual a 0.08 % y Tipo III Fe_2O_3 mayor que 0.08 y menor e igual a 0.15 %, además la capacidad de producción en este sector se encuentra muy limitada, primeramente por la falta de desarrollo minero, la situación crítica del equipamiento tecnológico y no tecnológico y el deterioro de las condiciones técnicas organizativas de la explotación minera

Con vistas a reorganizar la explotación de este sector y hacer una explotación integral del mismo esta encaminado este trabajo.

Situación problemática.

El yacimiento Nieves Morejón Sector Cemento Blanco debe garantizar volúmenes de Calizas con contenidos de hierro por debajo de 0.04% a la fábrica de cemento Siguaney y producir áridos para los diferentes programas en la provincia. Las actuales condiciones del yacimiento no garantizan reservas listas ya que se encuentran con poco desarrollo minero en el sector de cemento y no cuenta con un proyecto de explotación perfeccionado.

Planteamiento del problema.

La necesidad de perfeccionar el proyecto de explotación del sector de cemento blanco de la cantera Nieves Morejón, que permita asegurar los volúmenes de reservas necesarias para su entrega a la fábrica de cemento Siguaney y aumentar la disponibilidad de áridos para la construcción.

Objetivo general:

Perfeccionar el proyecto de explotación del sector de cemento blanco de la cantera Nieves Morejón, que permita un mejor y mayor aprovechamiento de las reservas minerales y la minimización del impacto ambiental.

Hipótesis:

Si se reevalúan las propiedades geólogo- mineras y tecnológicas de los recursos del yacimiento Nieves Morejón, se realiza un análisis del proyecto de explotación existente y se dictan medidas tendientes a la reducción de los impactos ambientales negativos provocados por la actividad minera, se puede perfeccionar el proyecto de explotación de la cantera Nieves Morejón sector cemento blanco.

Objetivos específicos:

- Reevaluar las propiedades geólogo- mineras y tecnológicas de los recursos del yacimiento Nieves Morejón.
- Realización de análisis del proyecto de explotación existente para garantizar una extracción integral del yacimiento y propone nuevas medidas.
- Dictar medidas tendientes a la reducción de los impactos ambientales negativos provocados por la actividad minera.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1 Introducción.

El desarrollo de la industria minera en Cuba, en los años posrevolucionario, se caracterizó por la transformación de la minería, de una actividad esporádica determinada por leyes de desarrollo ajenas a los intereses nacionales, en un proceso de producción planificada para mejorar las condiciones de vida del pueblo. Al mismo tiempo, esta industria constituye una fuente estable de divisa, necesaria para el desarrollo. En los años posteriores la minería cubana conservó estas características principales, pero experimentó evoluciones estructurales que gradualmente la fueron convirtiendo en fuente de materia prima para nuestra propia industria.

Dentro de la Industria minera en Cuba se desarrolla la pequeña minería en este caso representada por las Concesiones Mineras de Explotación de Yacimientos para Materiales de Construcción amparada en la Ley No 76 Ley de Minas y su Decreto No 222.

Estos materiales de construcción se obtienen mediante la fragmentación, en mayor o menor medida, de rocas calizas y areniscas, para lo cual se ha instalado y se prevé instalar un número de plantas con capacidades de 100 000 a 500 000 m³, lo que elimina de esta actividad su característica artesanal para convertirlo en un verdadero proceso industrial.

Algunos materiales de construcción como la arena o la grava se obtienen en forma natural, o sea, depositada en diferentes yacimientos. En estos casos la preparación se reduce al lavado, operación que se lleva a cabo en las plantas instaladas al efecto. Sin embargo, la acumulación (sedimentación) de estos materiales en ríos antiguos y actuales, o en el mar, no abunda, por que en muchos casos es necesario obtenerlo mediante la trituración, molienda y cribado de rocas de mayor tamaño; esto es lo que suele hacerse en muchas plantas del país.

1.2 Estado actual de la temática en el mundo.

La industria de los áridos es la más importante dentro de la minería mundial, en cuanto a volumen producido y número de trabajadores y de explotaciones. Es la única minería con presencia en la totalidad de países.

El consumo mundial de áridos es imposible de evaluar a ciencia cierta, pero su tendencia es creciente por ir ligado al desarrollo económico.

En la Unión Europea, actualmente existen más de 27.000 explotaciones de áridos, que producen cerca de 2.750 Mt de áridos anuales generando 250.000 empleos.

Actualmente, España ocupa el segundo lugar después de Alemania, que produce unas 525 Mt, por encima de Francia (402 Mt), Italia (360 Mt) y el Reino Unido (260 Mt). Otro gran productor es Estados Unidos, donde se producen anualmente unas 2.800 Mt en aproximadamente 10.000 canteras.

Latinoamérica y el Caribe se caracterizan por poseer una gran variedad y cantidad de recursos mineros. Muchos países de la región los explotan desde hace varios siglos constituyendo, según el país y la legislación imperante en cada momento histórico, una fuente de ingresos importante para la economía regional.

La explotación minera se realiza a partir de grandes inversiones (generalmente de empresas multinacionales, a veces con participación del Estado) e involucra a las comunidades de los lugares en los que se materializan los proyectos mineros.

Es sumamente importante disponer de agua y recursos energéticos para desarrollar la minería. El yacimiento, es decir, la concentración natural de un determinado mineral o grupo de minerales que pueden ser explotados necesitan infraestructura y muchas veces son las empresas las que deben hacer caminos y tender redes eléctricas para la mina.

Como toda actividad productiva, la explotación minera genera un impacto social, económico y ecológico, por lo que los países de nuestra región deben definir políticas y legislaciones tendientes a controlar las condiciones de explotación, en beneficio de las comunidades y de la preservación del ambiente que afecta. En el pasado la explotación minera no se realizó en condiciones de sostenibilidad, muchas son las comunidades y los ambientes afectados (pasivos ambientales). Hoy los nuevos emprendimientos deben considerar dentro de su inversión, la remediación ambiental, es decir que tanto durante,

como después del cierre de mina deben mitigarse los impactos realizados durante la explotación. Nuevamente son los gobiernos quienes deben velar para que eso se cumpla.

La explotación de los yacimientos debe apuntar al desarrollo sostenible considerando como equitativa la conversión del recurso mineral en capital social y ambiental durable. En el pasado, esta conversión no ha sido eficiente o equitativa causando costos sociales y ambientales en los lugares de explotación. La política ambiental minera debe ser considerada primordial para el bienestar humano. Las obligaciones ambientales, incorporadas a los procesos mineros, son una materia relativamente nueva. Varios países de Latinoamérica en concordancia con las experiencias internacionales, elaboraron un marco legal que articula las necesidades de la sociedad y los intereses de los productores mineros. .Esto implica un enfoque ambiental integral, que incluye no sólo los recursos naturales sino también los impactos socioeconómicos y culturales, especialmente los de la gran minería, a través de la generación de empleo, la infraestructura instalada, el desarrollo tecnológico, los servicios generados a partir del emprendimiento. El desarrollo humano es no sólo el objetivo de la política ambiental sino también la condición misma de su carácter sustentable.

Se debe prever el agotamiento del yacimiento y la finalización de la actividad minera en un plazo más o menos establecido, la planificación de un desarrollo sustentable para la región debe contener elementos (económicos y sociales) alternativos necesarios para desarrollar actividades luego de la finalización de la actividad minera. Si se realizan los estudios correspondientes se puede predecir cuales son las actividades que, sostenidas, que puedan mantenerse por si mismas y crecer lo suficiente como para absorber, en un plazo no demasiado prolongado, la mano de obra que va siendo liberada del yacimiento.

1.3 Estado actual de la temática en Cuba.

Para caracterizar la situación actual y perspectivas de la industria y sus yacimientos hay que partir de que la misma tubo momentos cúspides con la entrada y puesta en marcha de equipamiento y tecnología de punta (Alemanas y Rusas) que se vio afectada con la entrada del periodo especial que influyo negativamente en el medio disminuyendo en la sistematicidad para la ejecución de mantenimientos y reparaciones por la falta de aseguramiento de recursos y con ellos también la continuidad de la explotación de los yacimientos que comenzaron a sentir la falta de un desarrollo minero continuo y una organización en su explotación

Todos estos antecedentes nos ilustran hoy, cuando hemos querido incrementar las producciones para los diferentes programas, que la industria y sus yacimientos necesitan de una inyección en inversiones y reparaciones capitales para así lograr los niveles de producción de los años 70 y 80.

En la actualidad durante la explotación de las canteras de materiales de construcción, según criterios sobre Problemas Fundamentales que se Presentan Actualmente en la Explotación de Canteras de Materiales de Construcción, del Dr. C Roberto L Watson Quesada, se presentan diferentes insuficiencias y deficiencias en los trabajos de preparación y explotación, los que traen consigo, afectaciones en la productividad del trabajo, problemas de seguridad y mayor impacto al medio ambiente.

Aunque se presentan muchas deficiencias e insuficiencias durante el proceso de preparación y explotación de las canteras, los principales y de mayor influencia son: falta de diseño o insuficiente fundamentación técnica en su elaboración, insuficiente preparación de las canteras para su explotación, necesidad de perfeccionamiento del sistema de explotación, deficiente diseño de los trabajos de voladura y/o poco control en la aplicación de lo planificado en estos trabajos, problemas de seguridad, impacto ambiental considerable y problemas en el diseño y manejo de las escombreras.

Es necesario aclarar que no siempre se presentan todas las deficiencias e insuficiencias antes mencionadas, sino que en casos concretos algunas pueden no manifestarse.

Falta de diseño o insuficiente fundamentación técnica para la explotación de la cantera:

En nuestro país prácticamente todas las canteras operan con el diseño adecuado para su explotación, pero la falta de equipamiento minero hace que estas canteras presenten problemas con los parámetros de diseño; tales como: Dimensiones de los bancos (altura, longitud, ancho y ángulo del talud), dimensiones de los frentes de arranque, dimensiones del área explotable, diseño de los accesos y vías de comunicación; así como no existe una estrategia de explotación que permita alcanzar volúmenes crecientes de producción, al menor costo.

En la generalidad de los casos en las canteras que cuentan con el diseño, los parámetros de explotación varían indiscriminadamente pudiéndose así encontrar en una misma cantera; en lugar de uno o dos frentes desarrollados varios pequeños frentes en un mismo horizonte de explotación con alturas de bancos diferentes ; alturas de bancos extremadamente altos, con ángulos de talud casi verticales; deficiente distribución de los frentes ; con la ubicación de los accesos que no responde a la futura estrategia de desarrollo y otras, todo lo cual denota una insuficiente argumentación técnica de la estrategia de explotación.

La ubicación de las escombreras presentan las mismas deficiencias, ubicándose en ocasiones sobre partes del yacimiento, con lo cual se eleva la dificultad para lograr el aprovechamiento integral del recurso, así como alcanzar un rápido incremento de la productividad con un bajo costo.

Otro aspecto que incide en la falta de diseño o en su insuficiente fundamentación técnica es que muchas canteras no cuentan con el personal técnico calificado para enfrentar estas tareas.

Insuficiente preparación de las canteras para su explotación

La preparación de las canteras para la explotación contempla la creación de los accesos (camino, rampas), frentes de arranque y frentes de carga, con las dimensiones y parámetros que aseguren la posibilidad de obtener los volúmenes comprometidos con el mercado.

Para operar una cantera en condiciones técnicamente normales y asegurar una buena productividad y competitividad es necesario que durante toda la vida de explotación de las mismas, existan reservas destapadas, preparadas y listas para el arranque.

Necesidad de perfeccionamiento del sistema de explotación.

Las canteras generalmente son desarrolladas en yacimientos, ubicados en relieves llanos o en laderas de terrenos montañosos o elevados, por lo que los sistemas de explotación aplicados los podemos clasificar como:

Sistemas de explotación con profundización.

Sistemas de explotación sin profundización.

El primer grupo representa alrededor del 15 al 25 % de las explotaciones de materiales de construcción en el área. Presentan la dificultad relacionada con la necesidad de realizar apertura y preparación, según el orden de ejecución para poder operar y exigen una explotación más técnica.

Tiene la gran bondad de enmascarar los impactos ambientales producidos en las canteras y el gran inconveniente de las inundaciones en los periodos de lluvias, frecuente en nuestra área geográfica.

Los sistemas de explotación sin profundización, desarrollados en los yacimientos de montaña dan lugar a las canteras de laderas. Estas canteras se pueden desarrollar con avance frontal, donde el frente de trabajo tiene una altura creciente y con arranque por bancos descendentes.

El problema principal que se presenta radica en que la explotación no se hace bajo la prescripción técnica de un diseño, sino que se inicia generalmente con avance frontal hasta que el frente alcanza una altura incontrolable y entonces se abandona por el peligro de desprendimiento de rocas. Aquí lo adecuado sería avanzar de forma frontal hasta alcanzar la altura que asegura técnicamente la adecuada explotación, lo cual se puede lograr cambiando los parámetros de los bancos y frente de trabajo, así como la dirección de desarrollo de los trabajos.

Lo óptimo en la explotación de yacimientos de montaña, es hacer una explotación descendente, para lo cual se hacen los accesos hasta los cuerpos u horizontes más altos, desde donde gradualmente y de forma descendente se van abriendo y explotando los horizontes. Esto asegura estabilidad en la productividad y seguridad en el desarrollo de los

trabajos, pero tiene como principal dificultad la necesidad de una mayor inversión inicial en la construcción de los accesos.

Deficiente diseño de los trabajos de voladura y/o poco control en la aplicación de lo planificado en estos trabajos.

Los trabajos de voladura compuestos de dos momentos esenciales, la perforación y la voladura propiamente dicha representan entre el 30 al 50 % de los gastos, para producir un metro cúbico de árido de construcción, de aquí que su diseño y control adecuado posee un significativo valor para alcanzar buenos ritmos productivos en las canteras.

El diámetro y la profundidad de los barrenos, así como la forma y dimensiones de la malla de perforación, asociado al tipo de sustancia explosiva utilizada deben asegurar, los parámetros deseados de la explosión (granulometría deseada del árido arrancado, distancia de lanzado de pedazos de roca, etc.).

En la práctica actual, encontramos que debido a la falta de diseño o a la ausencia o deficiencia en los controles durante la realización de estos trabajos ocurre que:

1. Los bancos alcanzan alturas superiores a los 20 m, o los equipos de perforación empleados no permiten perforar a toda la altura del banco, en otros casos cuando se cuenta con el equipo, al no haber control, toda la malla de perforación no tiene la misma profundidad.
2. El deficiente conocimiento geomecánico y estructural del macizo, conduce a un deficiente diseño de la malla de perforación, lo que acarrea diferentes afectaciones al no alcanzarse la granulometría adecuada en los trabajos de fragmentación secundaria, lo que eleva los costos

Problemas de seguridad.

La insuficiencia técnica, que limita la segura explotación de los yacimientos de materiales de construcción, puede afectar significativamente la productividad de las canteras y aumenta los riesgos de accidentes.

Los principales problemas de seguridad que se presentan son:

- En los taludes altos de los frentes de trabajo existe la probabilidad de desprendimientos de rocas.

- La generación de polvo en los trabajos de perforación afecta la salud de los perforadores y otros trabajadores.
- El polvo también puede afectar la visibilidad en los caminos, lo que ha influido en accidentes de trabajo.
- Los trabajadores no siempre emplean medios de seguridad.
- Generalmente no existen planes para enfrentar situaciones de emergencia, tales como accidentes de tránsito en la cantera, fallo de taludes, etc.
- Se manifiesta frecuentemente una insuficiente planificación y medidas de seguridad en los trabajos de voladuras.
- En ocasiones son empleados métodos de explotación inadecuados, con procedimientos de trabajo que en ocasiones son potencialmente peligrosos (por ejemplo el descalce de taludes).
- Frecuentemente nos encontramos con bermas mal dimensionadas o mal ubicadas.
- Uso inadecuado de equipos mineros.
- No son cerrados ni aislados los lugares peligrosos.
- Insuficiente señalización de advertencia de accesos y caminos peligrosos.

Impactos ambientales.

Las canteras generalmente impactan negativamente la atmósfera, las aguas superficiales y/o subterráneas, el suelo, la vegetación, la fauna, el paisaje y a las poblaciones cercanas, en dependencia de la ubicación geográfica de las mismas, la tecnología empleada durante su explotación, así como de la existencia de proyectos, en los cuales se prevea la minimización o mitigación de los impactos negativos.

En la práctica común durante la explotación de nuestras canteras, no se prevé en la mayoría de los casos medidas para la minimización de los impactos negativos que se producen durante la explotación y en otros casos no se cuenta con los fondos requeridos para ello, por lo que incluso existen casos en que no se ejecutan ningún tipo de trabajos de rehabilitación.

En la mayoría de los casos vistos existe una ausencia total de los planes de cierre, por lo que, cuando se agota el recurso o es irrentable la explotación, se procede al abandono de la cantera, dejando una carga de impactos negativos considerables.

Problemas en el diseño y manejo de las escombreras

Las escombreras constituyen depósitos de las rocas no condicionadas para la producción, las cuales generalmente son suelos o rocas de la cubierta que una vez arrancadas son trasladadas a lugares que no dificultes la extracción de los recursos en explotación. Sin embargo en la práctica encontramos que estas se realizan sin un diseño previo, se ubican en laderas en las cuales además de constituir un fuerte impacto visual al paisaje, representan una fuente de contaminación con polvos a la atmósfera y con sólidos a los arroyos o ríos, también constituyen un peligro potencial por movimiento de masas en laderas cuando no están correctamente desarrolladas, ya que en periodos de intensas lluvias pueden producirse deslaves potencialmente peligrosos.

CAPITULO II: CARACTERIZACIÓN Y PRINCIPALES PARTICULARIDADES GEOLÓGICAS DEL YACIMIENTO NIEVES MOREJÓN.

2.1 Características geográficas y económicas de la región.

El yacimiento Nieves Morejón se encuentra ubicado al norte de la Ciudad de Sancti Spíritus, en el municipio de Cabaiguán a 3 Km al sur este del poblado de Guayos.

El relieve en la región forma una planicie relativamente llana con pequeñas elevaciones de 10-20 m de altura relativa con respecto a los alrededores. Las elevaciones mayores de forma alargada y estrecha de laderas abruptas con dirección este-oeste son los que componen el Yacimiento Nieves Morejón.



La cota absoluta de estas elevaciones son 110-115 m en la base y de 150-209 m en la cima.

La región del yacimiento esta rodeada de grandes poblaciones tales como la capital provincial a 11.5 Km, Cabaiguán 7 Km, guayos 3 km. La red de comunicaciones es buena,

la carretera central, la autopista nacional, la carretera a Yaguajay etc. La economía de la región es eminentemente agrícola principalmente basada en el cultivo de la caña.

2.2 Constitución geológica del yacimiento.

2.2.1 Geología del yacimiento.

El yacimiento de las rocas carbonatadas Nieves Morejón morfológicamente está representada por una montaña que ocupa un área de alrededor de 3 km². El yacimiento está asociado a la formación terrígena sedimentario Isabel del Cretácico superior (K2m Is)

Desde el punto de vista estructural el yacimiento está representado por el espesor de las rocas carbonatadas inclinados abruptamente con un ángulo de inclinación de 65-80° hacia norte. El cuerpo mineral está extendido según la dirección latitudinal hasta 1.2 Km con la potencia máxima del material útil de 200 m (en la parte central), A medida que nos alejamos del centro, hacia el oeste la potencia del depósito se disminuye paulatinamente hasta su acuñaamiento completo.

Según las particularidades litológicas-petrográficas y el carácter de la composición mineral y el yacimiento puede ser dividido en tres variedades de las calizas.

Calizas recristalizadas de cristales finos organógenas, macizas de color blanco, blanco-crema y crema.

Calizas recristalizadas organógenas de cristales finos agrietados de color gris, gris-oscuro.

Calizas brechosas, muy destruidas, plegadas de color gris- oscuro, negro.

Las calizas de color blanco, blanco-crema y crema según su composición química están representadas por las calizas puras químicamente y es el mineral principal como materia para la producción de cemento blanco.

La composición química y las propiedades físico mecánicas de las variedades descritas se caracterizan por los siguientes datos.

CaCo₃ desde 97.39 hasta 99.72 %

Fe₂O₃ desde 0.00 hasta 0.15 %

MnO desde 0.00 hasta 0.01 %

Resistencia a la compresión 1000 Kg/cm²

Absorción 1.5 %

Masa volumétrica 2.59 g/cm³

Las rocas de la formación Bijabo están desarrolladas por toda el área del yacimiento y representan su espesor encajante. (Ver Anexo 1)

2.2.2 Tectónica del yacimiento.

Desde el punto de vista estructural el yacimiento Nieves Morejón representa un espesor de yacencia abrupta de las rocas carbonatadas con el buzamiento abrupto hasta 80° hacia el norte con la parte oriental y con el buzamiento más suave (40-60°) en la parte occidental. En la superficie este espesor representa un paquete estrecho de calizas extendido de oeste a este con potencia de 80 hasta 200 m transversalmente al rumbo teniendo en cuenta el largo de 1900 m según el rumbo.

La yacencia abrupta de los espesores de roca carbonatadas está complicada por el sistema de las dislocaciones disyuntivas y plicativas que formaron una serie de bloques fallados y sobrecorrimiento y de dislocación.

Existen dos sistemas de dislocaciones tectónicas de distintas direcciones longitudinal que se extiende a lo largo del rumbo del depósito y transversal.

El sistema longitudinal de las dislocaciones tectónicas está representado por las fallas de los tipos principales inversos y directos.

Además de las dislocaciones disyuntivas y plicativas presente en las calizas del yacimiento está desarrollado considerablemente el agrietamiento intenso según la estratificación y en el sentido vertical y diagonal. El mayor desarrollo del agrietamiento se observa en los sectores adyacentes a la superficie y a las zonas de falla, la intensidad del

agrietamiento disminuye a medida que se aleja de estas zonas. Estas grietas tienen diferente orientación y por lo general están llenas con material areno-arcilloso o con calcita y el ancho de ellos es de 1-2 cm. En la profundidad la frecuencia de las grietas disminuye la roca se pone más densa, también está presente el Carso aunque poco desarrollado generalmente en el horizonte adyacente a la superficie y está representado por el diente de perro.

2.2.3 Grado de complejidad del yacimiento.

El yacimiento Nieves Morejón representa el espesor de las rocas carbonatadas de yacencia abrupta, dividido por las dislocaciones tectónicas de planos distintos en una serie de bloques escalonados de dislocación falla inversa-directa. Dentro de la estructura de las bajadas, dislocaciones y elevaciones de bloques se observa el plegamiento ondulado que complica adicionalmente la estructura interna del depósito.

En el espesor productivo de las rocas carbonatadas los procesos cársicos están poco desarrollados y solamente en los horizontes superiores. Según los índices cualitativos (contenido de CaO, MgO, Fe₂O₃) y otros óxidos, las zonas no afectadas por los procesos tectónicos se caracterizan por el contenido constante de estos componentes. Pero la estructura de bloques del depósito, la existencia de gran cantidad de fallas y zonas tectónicas complica considerablemente el sistema de la explotación del yacimiento. Por lo que se considera al yacimiento de complejidad geológica al grupo II.

2.2.4 Características cualitativas y tecnológicas de los minerales útiles y de las rocas encajantes.

El sector que nos ocupa este trabajo es el Sector de Cemento Blanco.

Para la evaluación de la materia prima para su uso en la producción de cemento blanco es necesario un requerimiento fundamental y es una caliza con un contenido de Fe₂O₃ no superior al 0.04 %. Teniendo en cuenta este requerimiento se realizó un estudio de estos elementos, dividiéndose en 3 tipos tecnológicos.

Tipo I Fe₂O₃ menor igual a 0.04 %

Tipo II Fe₂O₃ mayor que 0.04 % y menor e igual a 0.08 %

Tipo III Fe₂O₃ mayor que 0.08 y menor e igual a 0.15 %

Todos los tipos tecnológicos deben cumplir los siguientes requerimientos.

CaCO₃ ≥ 95 %

MgO ≤ 4 %

SO₃ ≤ 1 %

Álcalis ≤ 1 %

El sector de cemento blanco solo los niveles superiores no cumplen con este requerimiento, por ser la parte superior la que contiene un mayor % de Carso relleno con arcilla.

Para este sector lo más importante es la composición química que tenga las calizas pues esto es determinante para su utilización en la producción de cemento blanco.

Entre los componentes útiles está presente el CaCO₃ que en todas las muestras está por encima de 95 %, como componente perjudicial el Fe₂O₃ que se exige que en estado natural de la roca sea menor de 0.04 %.

En este sector se hizo una evaluación completa con todos los análisis químicos donde los resultados obtenidos fueron:

CaCO₃ > 95 %

CaO – 54.70 % y 51.24 %

MgO – 0.00-0.95 %

SO₃ – 0.00-0.74 %

Álcalis < 1 %

- El contenido de Fe₂O₃ en su gran mayoría responde al tipo tecnológico I y II

En los análisis realizados recientemente en las reservas extraídas por encima del nivel + 147 m hemos estado analizando mensualmente el comportamiento de los contenidos de Fe₂O₃, pues conocemos que el Carso se encuentra mas desarrollado en esta zona, y se encuentra relleno con arcilla, que es uno de los elementos perjudiciales en la producción

para cemento y hemos llegado a la conclusión de que por los altos contenidos de Fe₂O₃ estos recursos no deben usarse en estas producciones.(Ver Anexos 2)

2.2.5 Resultado del estudio de las propiedades físico-mecánicas.

Los bloques que conforman el sector de Cemento Blanco son el bloque 1Bb,1ABb,2C1b, 3C1b y el 4 C2b como bloques balanceados y se ubican por encima de la cota + 100m, de la cota +100 hasta la cota +70 m se ubican los bloques no balanceados y son el 9 Bnb, 10C1nb, 11C1nb y el 12C2nb.

Los resultados de los análisis físicos por bloques son los siguientes (ver tabla 1):

Tabla 1. Análisis físicos por bloques

Bloque	Peso volumétrico g/cm ³	Absorción %	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
1 Bb	2.39	3.25	600
2 C1b	2.47	1.89	1000
3 C1b	2.40	2.71	600
4 C2b	2.52	2.26	1000
9 Bnb	2.40	2.80	600
10 C1nb	2.57	1.80	1000
11 C1nb	2.45	2.83	600
12 C2nb	2.53	2.37	600

2.2.6 Cálculo de reservas.

El cálculo de las reservas de caliza para cemento blanco se realizó por el método de los bloques geológicos hasta el horizonte con cota absoluta de + 100 m. Las reservas por debajo de la cota + 100 hasta la cota + 70 m se dan como recursos no balanceados dado por las condiciones hidrogeológicas y técnico mineras.

Estos cálculos se realizan anualmente sobre una base topográfica actualizada y se realiza por el mismo método de los bloques geológicos. Los recursos actualizados en este sector con cierre diciembre 2011 son las siguientes (ver tabla 2):

Tabla 2. Recursos actualizados en este sector con cierre diciembre 2011

Bloque	Reservas
1 Bb	0.192 x 106 t
1ABb	1.289 x106 t
2 C1b	0.579 x 106 t
3 C1b	2.331 x 106 t
4 C2b	6.477 x 106 t

Las reservas no balanceadas son de 23616013 t

2.2.7 Características hidrológicas

El área de los trabajos correspondiente al yacimiento Nieves Morejón se extiende en forma de una cordillera estrecha y alargada (300 m x 1.8 Km) llegando a alcanzar en algunos lugares hasta +160 m de elevación sobre la superficie del terreno. Esta morfología crea condiciones favorables para el escurrimiento de las aguas superficiales. En el sector que nos ocupa, los trabajos actuales se realizan por encima de la cota +147 m hasta la cota + 159 m por lo que no existen problemas con la hidrogeología para la explotación del mismo.

El yacimiento se puede drenar gravitacionalmente hasta la cota + 100 m que es donde se encuentran las reservas balanceadas. El cálculo de reservas no balanceadas está hecho por debajo de la cota + 100 m hasta la cota + 70 m

2.2.8 Evaluación geólogo- económica del yacimiento.

En este sector se evalúa la fracción corrida 5-38 con contenidos de $\text{CaCO}_3 > 95 \%$ Y Fe_2O_3 , en estado natural de la roca, menor de 0.04 % para su utilización en la producción de cemento blanco. Con estas características existen reservas calculadas por debajo de la cota +147 m hasta la cota +100 m y el volumen es de:

Medidos: 1.4618×10^6 t

Indicados: 2.9142×10^6 t

CAPITULO III. ESTRATEGIA DE DESARROLLO DE LOS TRABAJOS DE EXPLOTACIÓN Y SU ORGANIZACIÓN

3.1 Planteamiento de las condiciones actuales del sector de cemento blanco

El sector de Cemento Blanco ubicado al Este del yacimiento Nieves Morejón esta compuesto por los bloques geológicos 1Bb, 1ABb, 3C1b, 2C1b y 4C2b, este ultimo no concesionado. El trabajo que nos ocupa se realizara en los bloques 1ABb y 3C1b.

Las condiciones mineras en este sector son las siguientes:

Los niveles superiores de este sector actualmente no reúnen las condiciones para su explotación como materia prima para la producción de cemento blanco por encontrarnos los tipos tecnológicos Tipo II Fe_2O_3 mayor que 0.04 % y menor e igual a 0.08 % y Tipo III Fe_2O_3 mayor que 0.08 y menor e igual a 0.15 %

Los bancos con cotas 107-137 y 137-147 exceden la altura permisible y no cumplen con las dimensiones establecidas en el proyecto minero respectivamente, lo que ocasiona una violación del mismo y de los parámetros de seguridad de trabajo en la cantera.

El desarrollo minero es insuficiente por lo que las reservas listas para garantizar la producción de cemento blanco no son suficientes.

Se eliminaron plataformas, creándose frentes de hasta 20 y 30 m de altura.

Los taludes tienen ángulos de inclinación de 90^0

Desnivel en las plataformas de trabajo

Todas estas deficiencias provocaron una paralización total de este sector durante el año 2008.

Para la reapertura del mismo se concibió la explotación de los niveles superiores de este sector para la producción de áridos (ver foto 1), pues esta materia prima por encima del nivel +147 m no pueden ser usadas con el fin con que fueron estudiadas, pues sus

propiedades químicas en estos niveles no se comporta con la calidad requerida para la producción de cemento blanco. Los análisis de laboratorio realizados demuestran que los contenidos de Fe_2O_3 están por encima de lo establecido, mayor de 0.04%, altos contenidos de arcilla, por encontrarse esta rellenando el Carso.



Foto 1. Vista superior de la cantera

Se anexan los resultados de los ensayos químicos realizados a la materia prima extraída de estos niveles (ver anexo 3).

La materia prima de los niveles superiores de este sector en la producción de áridos no está prevista en el proyecto de explotación vigente para este sector, así como los cálculos de los recursos existentes por encima de la cota + 147 m, que son los que no cumplen con los requisitos de calidad establecidos para la producción de cemento blanco

Haciendo un análisis de lo antes expuesto se lograría una explotación integral de este sector, que ayudaría en la producción de áridos, sector que se encuentra en fase de

agotamiento, y se liberarían las reservas para la producción de cemento blanco, comprometida esta actividad por la falta de desarrollo minero en esta área.

3.2 Estrategia de desarrollo de los trabajos de explotación y su organización.

A continuación proponemos desarrollar una metodología para llegar al diseño de los patrones de voladuras para la fragmentación de rocas en el sector de cemento blanco

3.2.1 Régimen de trabajo de la cantera.

Concepto	U/M	Cantidad
Numero de días laborables calendario al año.	Días	285
Turno de trabajo al día.	Turno	1
Duración del turno de trabajo	Horas	10
Numero de días perdidos por malas condiciones climáticas	Días	20
Numero de días laborables efectivo de trabajo	Días	265
Coeficiente de efectividad del turno		0.93

3.2.2 Cálculo de la productividad anual de la cantera.

La productividad anual de la cantera la calculamos por la formula siguiente:

$$P_c = \frac{Q_p}{K_c \times \eta \times K_1 \times K_2}; M^3$$

Donde: Q_p-capacidad de producción anual de la planta; m³.

K_c- Coeficiente esponjamiento.

η- Coeficiente que tiene en cuenta la salida del producto terminado en de la unidad de masa inicial

K1- Coeficiente que tiene en cuenta las pérdidas por concepto de transportación.

K2- Coeficiente que tiene en cuenta las perdidas por concepto de trabajo de Perforación y voladura.

$$P_c = \frac{180000}{1.5 \times 0.7 \times 0.995 \times 0.995} = 173243.50 \text{ m}^3.$$

Basándose en la formula anterior la productividad de la cantera será la siguiente:

Indicadores	U/M	Productividad en el macizo
Productividad anual	M3	173243.50
Productividad trimestre	M3	43310.8
Productividad Mensual	M3	14436.9
Productividad x diaria	M3	601
Productividad x hora	M3	60.1

Para el sector de Cemento Blanco se usa la misma formula solo que el Qp cambia pues la productividad de la cantera en este sector es mucho menor al ser la producción de 45600 m3 que son 62426.4 Tn

Sector Cemento Blanco

$$P_c = \frac{62426.4 \text{ tn}}{1.5 \times 0.7 \times 0.995 \times 0.995} = 60083.15 \text{ tn}$$

Indicadores	U/M	Productividad en el macizo
Productividad anual	tn	60083.15
Productividad trimestre	tn	15020.7
Productividad Mensual	tn	5006.9

Productividad x diaria	tn	208.62
Productividad x hora	tn	20.86

3.2.3 Cálculo de las reservas y vida útil de la cantera.

Según balance de reservas enero 2012 los recursos concesionados en el sector de cemento son los siguientes

Recursos Medidos	1.588 x 106 tn
Recursos Indicados	2.914 x 106 tn

El tiempo de vida útil en la cantera para el sector de cemento blanco se determina por la formula siguiente:

$$T_{vu} = \frac{P}{P_c}; \text{ Años}$$

Donde: P- reservas de material en la zona de explotación, m³.

P_c- productividad anual de la cantera, m³.

Sustituyendo:

$$T_{vu} = \frac{4.502 \times 10^6 \text{ tn}}{0.06 \times 10^6 \text{ t}} = 75.03 \text{ años.}$$

3.2.4 Tipo de equipamiento a utilizar en la perforación de los barrenos.

El equipamiento con que contamos en un modulo de barrenación Atlas Copco, con caretilla barrenadora 460 PC. Estos servicios son contratados con la empresa Explomat Centro.

3.2.5 Calculo de la productividad de la carretilla barrenadora.

Para el cálculo de la productividad de la carretilla barrenadora se tendrá en cuenta los siguientes factores:

Propiedades físico- mecánicas de las rocas.

Características de la carretilla barrenadora.

Forma y diámetros de la corona del martillo barrenador.

Régimen de perforación.

Para el cálculo de la productividad de la carretilla barrenadora utilizamos la siguiente formula:

$$Pt = \frac{Tt - (Tpc + Treg)}{tf + ta}; \text{ m/ turno}$$

Donde: Pt-productividad, m.

Tt- tiempo turno, min.

Tpc- tiempo de operaciones preparatorias conclusivas, min.

Treg- tiempo de paradas reglamentadas en el turno, min.

tf- tiempo fundamental para la perforación de un metro de barreno, min/m.

ta- tiempo de operaciones auxiliares en la perforación de un metro de barreno, min.

Nota consideraremos un turno de trajo de la carretilla barrenadora de 10 horas

$$Pt = \frac{600 - (20+20)}{5 + 0.5} = 101.8 \text{ m.l / turno.}$$

3.2.6 Calculo de la dimensión máxima de los pedazos de la roca.

La dimensión máxima de los pedazos de rocas voladas se establece:

a) por la capacidad geométrica del cucharón de la excavadora (E, m³).

$$L_{\max} = 0.5 \times 3\sqrt{E}; \text{ m}$$

$$L_{\max} = 0.83 \text{ m.}$$

b) Por la dimensión menor de la abertura del molino primario (A, m.).

$$L_{\max} = (0.8-0.85) A; \text{ m.}$$

$$L_{\max} = 595 \text{ m.}$$

Tomamos el valor mínimo que es igual a 595 m.

3.2.7 Calculo del consumo específico de sustancia explosiva (SE).

El gasto específico SE (q) se determina por los resultados de la producción o voladura experimentales, en este caso de tenerse estos datos se determina en base a datos empíricos teniendo en cuenta los coeficientes de conversión de los diferentes SE, ver tabla:

Denominación de la SE	Q, Kg./m ³
ANFO	0.40
Tectron	0.35

El esquema de carga que proponemos es de un 80 % de ANFO y 20 % de Tectron.

En la siguiente tabla damos las características de los explosivos:

Características de la sustancia explosiva	Tectron 100	ANFO
Densidad de carga, (g/cm ³)	1.15	0.82
Velocidad detonación, (m/s)	6200	3100-4100
Potencia relativa en peso	86	79
Potencia relativa en volumen	122	-
Trabajo idea (energía) (Kcal./Kg.)	740	912

Calor explosivo	-	-
Volumen de los gases (m3/Kg.)	0.783	-
Resistencia al agua	Excelente	Pobre
Balance de oxígeno	0	-
Coeficiente de conversión	1.15	1.12
Diámetro del cartucho, Mm.	100	Suelta
Peso de la caja/bolsa, Kg.	25	25
Peso del cartucho, g	4167	-
Longitud del cartucho, Mm.	460	-
Diámetro cartucho, Mm.	100	-
Cantidad de cartucho por caja, unidades	6	-

3.3 Pasaporte de perforación y voladura para la SE Tectron.

Determinación de la línea de menor resistencia.

La línea de menor resistencia la calculamos por la formula de S.A. Davidov (Rusia).

$$W = 53 K_a \times d \times \sqrt{\Delta \times e / \gamma}; \text{ m.}$$

Donde: K_a - coeficiente agrietamiento de las rocas en el macizo, tomamos 0.95.

d - diámetro real de los barrenos, Mm.

γ - peso volumétrico de las rocas, Kg./ cm³.

e – $e/360$ -potencia relativa de la SE utilizada.

e_1 - capacidad de trabajo de la SE utilizada, cm³.

360- capacidad de trabajo de la SE patrón Amonita 6 JB, cm³.

$$e = 480/360 = 1.33$$

$$W = 53 \times 0.95 \times 0.115 \times \sqrt{0.115 \times 1.33} = 1.5 \text{ m.}$$

2.42

La línea de menor resistencia para los barrenos verticales debe satisfacer la condición de seguridad siguiente:

$$W = \geq H \times \text{ctg } \alpha + c, \text{ m.}$$

Donde: α – ángulo de inclinación del talud del escalón, grados.

c- distancia de seguridad entre la primera fila de barrenos y el borde superior del escalón, m.

La cantidad de SE alojada en un metro lineal de barreno perforado se determina por la formula siguiente:

$$P = 7.85 \times d^2 \times \Delta; \text{ Kg./m.}$$

Donde: d- diámetro del barreno expresado en dm.

$$P = 8.3 \text{ Kg./m.}$$

Calculo del espesor de la capa a volar.

$$W1 = \sqrt{P/q} ; \text{ m.}$$

Donde P- cantidad de SE alojada en un metro de barreno perforado, Kg./ m.

q- gasto específico de SE, Kg./m³.

$$W1 = \sqrt{8.3/0.58} = 3.78 \text{ m.}$$

Calculo de la longitud de extraperforación.

La longitud extraperforación del barreno la calculamos por la siguiente formula:

$$Ls = (0.1- 0.5) W; \text{ m.}$$

En función de la roca tomamos $Ls = 0.5 W$.

$$Ls = 0.5 \times 1.5 = 0.75 \text{ m} = 1.0 \text{ m.}$$

Determinación de la distancia entre barrenos.

$$a = m \times W; \text{ m.}$$

Donde: m-coeficiente de aproximación entre barrenos.

$$a = 1.0 \times 3.95 = 3.95 \text{ m.} = 4\text{m}$$

Determinación de la distancia entre filas.

En nuestro caso utilizaremos la red en tres bolillos.

$$b = 0.85 \times W; \text{ m.}$$

$$b = 2.6 \times 1.5 = 3.95 \text{ m.} = 4\text{m}$$

Calculo de la longitud total del barreno.

La longitud total del barreno se calcula por la formula:

$$L_b = \left(\frac{1}{\text{Sen } \beta} \times H_e \right) + L_s; \text{ m.}$$

Donde: H_e - altura escalón, m.

L_s - longitud extraperforación, m.

B - ángulo de inclinación de los barrenos respecto al plano horizontal, grados.

$$L_b = \left(\frac{1}{0.98} \times 10 \right) + 1.0 = 11.2 \text{ m.}$$

Calculo de la longitud de relleno.

La longitud de relleno la calculamos por la siguiente formula:

$$L_r = (20-30) d; \text{ m.}$$

$$L_r = 20 \times 0.115 = 2.3 \text{ m.}$$

Determinación de la longitud de carga.

$$L_c = L_b - L_r; \text{ m.}$$

$$L_c = 11.2 - 2.3 = 8.9 \text{ m.}$$

Calculo de la masa de carga SE en el barreno.

a) Para la primera fila de barrenos:

$$Q_1 = q \times a \times a \times W \times H_e; \text{ Kg.}$$

$$Q_1 = 0.35 \times 4.0 \times 4.0 \times 10 = 56 \text{ kg.}$$

b) Para la segunda fila y posteriores líneas de barrenos.

$$Q_2 = q \times a \times b \times H_e; \text{ Kg.}$$

$$Q_2 = 0.35 \times 4 \times 4 \times 10 = 56 \text{ Kg.}$$

Determinación de la carga máxima en el barreno.

$$Q_{\max} = P \times (L_c); \text{ Kg.}$$

Donde: P- carga máxima en un metro lineal de barreno.

$$Q_{\max} = 6.51 \times 8.9 = 57.9 \text{ Kg.}$$

Determinación del ancho y la longitud de avance de perforación.

El cálculo de estos parámetros se da de forma orientativa.

El ancho de avance de perforación se calcula de acuerdo a los parámetros de trabajo de perforación y voladura y se calcula por la formula siguiente:

$$A_{pv} = C + H_e (\text{ctg} \alpha - \text{ctg} \beta) + a (n-1); \text{ m.}$$

Donde: C- distancia de seguridad entre la primera fila de barrenos y el borde superior del escalón y se puede calcular por la siguiente formula:

$$C = H (\text{ctg} \varphi - \text{ctg} \alpha); \text{ se toma } = 2 \text{ m.}$$

Donde: α - ángulo de talud de trabajo del escalón activo, grados. 80

β - ángulo inclinación de los barrenos, grados. 80

φ – ángulo de talud estable, grados.

n- Cantidad de filas de barrenos, 3.

$$Apv = 2 + 10(0) + (3-1) = 4 \text{ m.}$$

Calculo de la longitud de avance de la perforación.

Se calcula por la siguiente formula:

$$Lp = \frac{Q \text{ escav.} \times Kr}{Apv \times He}; \text{ m.}$$

Donde: Qescav.-productividad planificada de la excavadora, m³, se tendrá en cuenta la Productividad de la excavadora que incluya el periodo entre ejecución de voladura que se determina conveniente por el inversionista, de acorde con las condiciones existentes en la cantera.

Kr- coeficiente que tiene en cuenta la reserva de masas minera, recomendamos utilizar 1.2.

Apv- ancho de avance perforación, m

He- altura escalón, m.

$$Lp = \frac{624 \times 1.2}{4 \times 10} = 18.72 \text{ m.}$$

Determinación de la cantidad de barrenos en una fila.

La cantidad de barrenos de una fila se determina por la formula siguiente:

a) Para la primera fila:

$$N1 = \frac{Lp}{b1}; \text{ unidades.}$$

$$N1 = 18.72/4 = 5 \text{ unidades.}$$

b) Para la segunda fila y ulteriores filas.

$$N2 = \frac{Lp}{B2} - 1; \text{ unidades.}$$

Donde: b1-distancia entre barrenos en la primera fila, m.

B2-distancia entre barrenos en la segunda fila y ulteriores, m.

$$N2 = \frac{18.72}{4} - 1 = 14 \text{ unidades.}$$

Calculo de la cantidad necesarias de barrenos.

Se realiza utilizando la siguiente formula:

$$Nb = N1 + N2; \text{ barrenos.}$$

$$Nb = 5 + 14 = 19 \text{ barrenos.}$$

Calculo del peso de la carga en una fila de barrenos.

Recomendamos calcularla mediante la siguiente formula:

a) En la primera fila de barrenos:

$$Q1f = Q1 \times N1; \text{ Kg.}$$

Donde: Q1 –masa de la carga SE en la primera fila, ya calculada.

$$Q1f = 56 \times 5 = 280 \text{ Kg.}$$

b) En la segunda y ulteriores filas:

$$Q2f = Q2 \times N2, \text{ Kg.}$$

$$Q2f = 56 \times 14 = 784 \text{ Kg.}$$

Calculo del peso total de la carga a volar.

$$Qt = Q1f + Q2f; \text{ Kg.}$$

$$Qt = 280 + 784 = 1064 \text{ Kg.}$$

Calculo de masa rocosa que arranca un barreno.

$$Vb = a \times b \times H; \text{ m}^3.$$

$$V_b = 4 \times 4 \times 10 = 160 \text{ m}^3.$$

Calculo de la masa rocosa que arranca un metro lineal de barreno.

$$V = \frac{V_b}{L_b}; \text{ m}^3.$$

$$V = 160 / 10 = 16 \text{ m}^3.$$

Total masa rocosa volada en la voladura.

$$V_t = V_b \times N_b; \text{ m}^3.$$

$$V_t = 160 \times 19 = 3040 \text{ m}^3.$$

Calculo pasaporte perforación y voladura para la SE ANFO.

La línea de menor resistencia la calculamos por la formula de S.A. Davidov (Rusia).

$$W = 53 K_a \times d \times \sqrt{\Delta \times e / \gamma}; \text{ m.}$$

$$W = 53 \times 0.95 \times 0.115 \sqrt{0.82 \times 1.2 / 2.42} = 3.69 \text{ m}$$

La longitud extraperforación del barreno la calculamos por la siguiente formula:

$$L_s = (0.1- 0.5) W; \text{ m.}$$

$$L_s = 0.3 \times 3.69 = 1.1 \text{ m.}$$

Determinación de la distancia entre barrenos.

$$a = m \times W; \text{ m.}$$

Donde: m-coeficiente de aproximación entre barrenos.

$$a = 1.0 \times 3.69 = 3.69 \text{ m.} = 4 \text{ m}$$

Determinación de la distancia entre filas.

En nuestro caso utilizaremos la red en tresbolillo.

$$b = 0.85 \times W; \text{ m.}$$

$$b = 0.85 \times 3.69 = 3.13 \text{ m.} = 3.5 \text{ m}$$

Calculo de la longitud total del barreno.

La longitud total del barreno se calcula por la formula:

$$L_b = \left(\frac{1}{\text{Sen } \beta} \times H_e \right) + 1.1; \text{ m.}$$

$$L_b = \left(\frac{1}{0.98} \times 10 \right) + 1.1 = 11.30 \text{ m.}$$

La longitud de relleno la calculamos por la siguiente formula:

$$L_r = (20-30) d; \text{ m.}$$

$$L_r = 20 \times 0.115 = 2.3 \text{ m.}$$

Determinación de la longitud de carga.

$$L_c = L_b - L_r; \text{ m.}$$

$$L_c = 11.30 - 2.3 = 9 \text{ m.}$$

Calculo de la masa de carga SE en el barreno.

a) Para la primera fila de barrenos:

$$Q_1 = q \times a \times W \times H_e; \text{ kg.}$$

$$Q_1 = 0.40 \times 4.0 \times 3.69 \times 10 = 59.04 \text{ kg.}$$

b) Para la segunda fila y posteriores líneas de barrenos.

$$Q_2 = q \times a \times b \times H_e; \text{ Kg.}$$

$$Q_2 = 0.40 \times 4 \times 3.5 \times 10 = 56 \text{ Kg.}$$

Determinación de la carga máxima en el barreno.

$$Q_{\text{max}} = P \times (L_c); \text{ Kg.}$$

Donde: P- carga máxima en un metro lineal de barreno.

$$Q_{\text{max}} = 6.51 \times 9 \text{ m} = 58.59 \text{ Kg.}$$

Calculo de masa rocosa que arranca un barreno.

$$V_b = a \times b \times H; \text{ m}^3.$$

$$V_b = 4 \times 3.5 \times 10 = 140 \text{ m}^3.$$

Calculo de la masa rocosa que arranca un metro lineal de barreno.

$$V = \frac{V_b}{L_b}; \text{ m}^3.$$

$$V = 140/11.30 = 12.38 \text{ m}^3.$$



Foto 2. Red de perforación

3.4 Fragmentación secundaria.

Para la fragmentación secundaria proponemos la utilización de los martillos neumáticos sobre la base de una grúa hidráulica Atlas Copco 1200 , los cuales han venido teniendo buenos resultados productivos (Entre 125- 150 m³) por turno de trabajo.

Estos servicios serán contratados con la empresa Explomat centro. La práctica ha demostrado que con una la entrada trimestralmente de diez días se satisface la eliminación de todas las rocas sobre medidas originadas de las voladuras primarias en ese periodo.



Foto 3. Fragmentación secundaria

3.5. Determinación de las distancias de seguridad.

Determinación de la distancia de seguridad por la acción sísmica de la explosión.

$$V_s = K_s \times \alpha \times \sqrt{Q} \quad ; \text{ m.}$$

Donde: V_s - distancia desde el lugar de la voladura, m.

K_s - coeficiente que depende de las propiedades del suelo en la base de la construcción y es igual 3.

Q - carga total, Kg.

á- coeficiente que depende del índice de la voladura $n_1 = 1$

$$V_s = 3 \times 1 \times \sqrt{918.37} = 29.16 \text{ m.}$$

3.5.1 Determinación de la distancia de seguridad por la acción de la onda expansiva.

$$\gamma_{ac} = K_{oe} \times \sqrt{Q}, \text{ m.}$$

Donde: K_{oe} – coeficiente de proporcionalidad cuyos valores dependen de las condiciones de la distribución y magnitud de las carga, así como el carácter de los daños.

$$\gamma_{ac} = 3 \times \sqrt{918.37} = 99.9 \text{ m.}$$

3.5.2 Determinación de las dimensiones de la zona de seguridad por la acción de la onda expansiva sobre el hombre.

$$L_{min} = 15 \times 3\sqrt{Q};$$
$$L_{min} = 15 \times 9.72 = 145.8 \text{ m}$$

Esta formula se utiliza en las roca cuando las condiciones de trabajo es necesario el máximo de acercamiento del personal al lugar de trabajo. En condiciones normales la distancia atendida por la formula se aumentara en 2 o 3 veces.

3.5.3 Determinación de la distancia de seguridad por el vuelo de algunos pedazos de roca.

El valor del radio de de la zona de peligro (distancia mínima de seguridad) por el vuelo de algunos pedazos de roca para las personas y mecanismo durante la voladura de una carga unitaria se determina en dependencia del índice de acción de la voladura de la carga n y de la distancia de la línea de menor renitencia. W .

$$a = 0.5 \times W \times (n + 1), \text{ m.}$$

Radio de la zona de peligro para las personas 300 m.

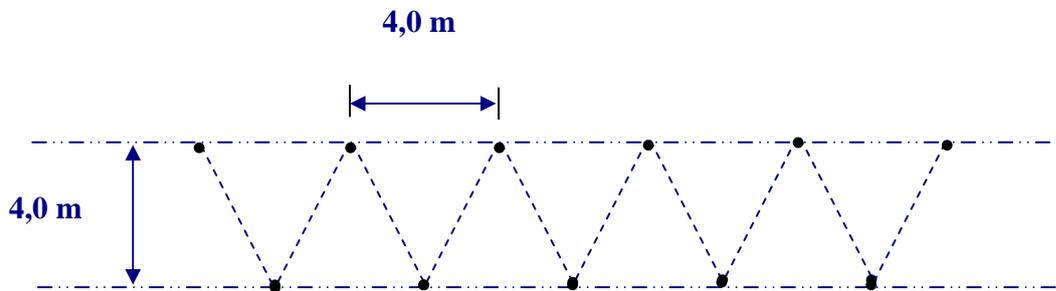
Radio de la zona de peligro para los mecanismo 125 m.

3.6 Patrón usado frecuentemente para la realización de las voladuras primarias sector cemento blanco.

El patrón de voladura que se muestra a continuación esta basado en la explotación del yacimiento Nieves Morejón Sector de Cemento Blanco.

La red de barrenación usada fundamentalmente en este sector es de 4m x 4m, es decir 4 metros de distancia entre filas y 4 metros de distancia entre barrenos. Esta red varía en dependencia del tipo de explosivo y de la situación que tengan los frentes. Generalmente la profundidad de estos barrenos en este sector es de 10 m, contando el metro de sobre perforación para lograr el nivel del piso. El diámetro de la perforadora es de 115 mm.

Plantilla.



Carga de explosivo por barrenos.

Para barrenos de 16 m de profundidad.

Carga de fondo.....12.5 kg de tectron 100 mm

Carga de columna.....62.5 Kg de ANFO.

Medio Iniciador.....1 u de detonador NONEL de 12m

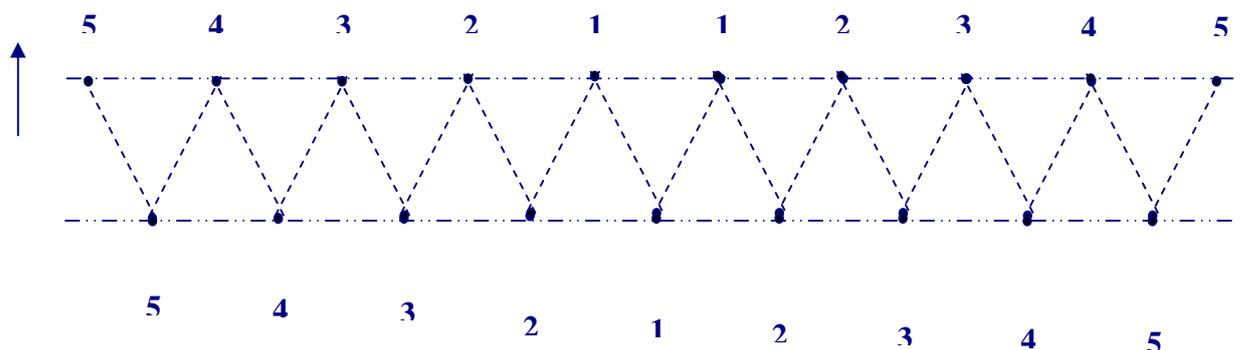
Después de cargados los barrenos, los detonadores eléctricos se conectan a una línea de cordón detonante en dependencia de las líneas de cordón que se hagan.

Las voladuras se realizan por el método eléctrico: Con el uso del alambre simple conectado a los detonadores eléctricos, a este se le instala el alambre duplex y a este la maquina explosora que es activada a los 15 min de haber realizado el aviso de la explosión por el artillero.

La secuencia de salida de la voladura esta dada por la ubicación de los detonadores NONEL distribuidos en 5 series con un retardo de 25 milisegundos (en dependencia del numero de la serie así será la secuencia de salida.

Ejemplo: Para una voladura primaria de 19 barrenos verticales.

Plantilla



Se utilizan: Detonadores NONEL de 12 m distribuidos en:

- Serie # 1.....3 u
- Serie # 2.....4 u
- Serie # 3.....4 u
- Serie # 44 u
- Serie # 5.....4 u

Los barrenos de 10 m se cargan con lo que se calculo anteriormente.

Calculo del volumen de la voladura.

En cada voladura se calcula el volumen de roca arrancada del macizo por la siguiente formula:

$$V = L \times H \times h \times 1.5$$

Donde:

L = largo del frente barrenado

H= Ancho desde el frente hasta la ultima fila.

h = Profundidad del barreno

1.5 = Coeficiente de esponjamiento de la roca.

O por la siguiente formula que es la más utilizada:

$V = D_f \times D_b =$ arranque por un metro lineal de perforación x cantidad de metros perforados x el coeficiente de esponjamiento de la roca.

Donde:

D_f = Distancia entre filas

D_b = distancia entre barrenos.

Ejemplo para una voladura de 19 barrenos de 10 m de profundidad con una red de perforación de 4 m x 4 m.

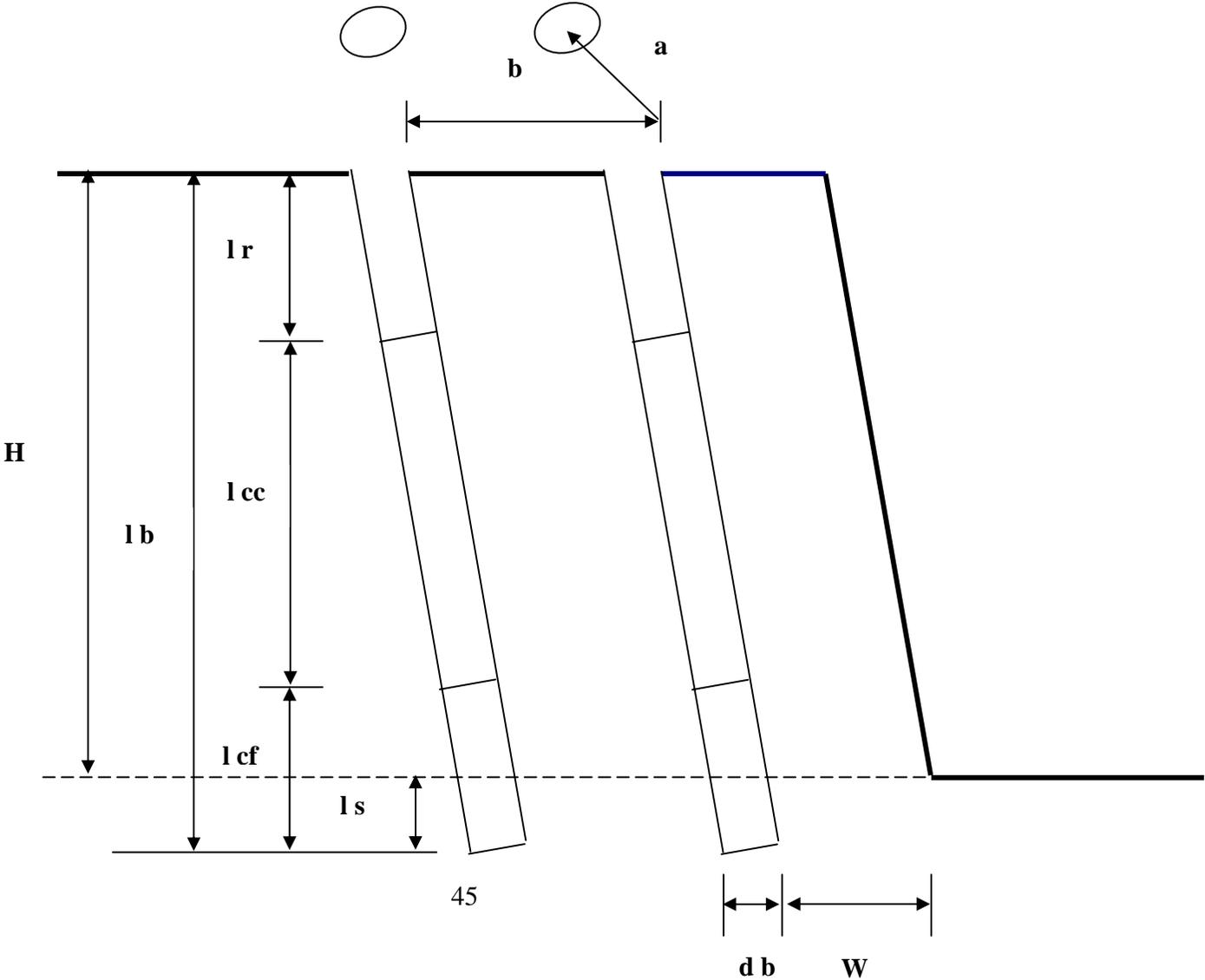
El volumen se calcula:

$$V = 4 \times 4 \times 1.5 = 24 \text{ m}^3 \text{ x ml perforado.}$$

Los metros perforados son 19 barrenos x 11 m de profundidad = 209 ml perforados x 24 m³ de arranque por ml perforado nos da un volumen de 5000 m³ de roca volada,

De esta forma se calcula el pasaporte de perforación y voladura para el sector de cemento blanco en la cantera Nieves Morejón, no quiere decir que siempre se mantiene esta misma red de perforación, en determinado momento esta red varia, puede ser por cambio en el tipo de explosivo (Con menos potencia se cierra la red) o por las condiciones del bloque que no permitan esta red y por lo tanto se cierra también al red.

Esquema de carga de un barreno y determinación de los parámetros fundamentales del banco en una voladura, según el proyecto de explotación y las condiciones actuales de nuestro yacimiento.



Donde:

db = Diámetro del barreno

W = línea de menor resistencia

a = espaciamiento (distancia entre barrenos)

b = Distancia entre filas

l_r = Longitud de atraque de relleno

H = Altura del banco.

l_b = longitud del barreno

l_s = longitud de sobreperforación

l_{cc} = Longitud de carga de columna

l_{cf} = longitud de carga de fondo.

Línea de menor resistencia (W)

$$W = 20 - 40 \times db \text{ (m)}$$

$$W = 20 \times 0.115 \text{ m}$$

$$W = 2.3 \text{ m}$$

Espaciamiento (a)

$$a = 1.0 \text{ a } 1.8 \times W$$

$$a = 1.7 \times 2.3 = 4 \text{ m}$$

El espaciamiento o distancia entre filas para el sector de cemento blanco es de 4 m

Longitud de sobreperforación (l_s)

$$l_s = 0.2 \text{ a } 0.5 \times W$$

$$l_s = 0.43 \times 2.3 \text{ m}$$

$$l_s = 1.0 \text{ m}$$

Longitud de la carga de fondo (lcf)

$$L_{cf} = 1.3 \times W$$

$$L_{cf} = 1.3 \times 2.3 \text{ m}$$

$$L_{cf} = 2.99 \text{ m} = 3 \text{ m}$$

Longitud de rrelleno (lr)

$$L_r = W$$

$$L_r = 2.3 \text{ m}$$

Longitud de carga de columna (lcc)

$$L_{cc} = l_b - l_{cf} - l_r$$

$$L_{cc} = 16 - 3 - 2.3 \text{ m}$$

$$L_{cc} = 10.7 \text{ M}$$

Longitud de carga total (lct)

$$L_{ct} = l_b - l_r$$

$$L_{ct} = 16\text{m} - 2.3\text{m}$$

$$L_{ct} = 13.7 \text{ m}$$

3.7 Resultados de las variantes de explotación

Los trabajos de desarrollo minero en este sector se realizaron por encima de la cota + 147 m hasta la cota + 164 m , primeramente se realizo una voladura de 4- 5 m de profundidad en toda la parte superior del yacimiento, quedando conformada una plataforma en el nivel + 159 m. A partir de aquí se conformó una plataforma intermedia en el nivel + 150 m y la plataforma principal en el nivel +147 m, todo esto producto a la altura de 14 m del escalón y que por sus condiciones, gran cantidad de Carso, agrietamiento, no era recomendable explotar con esta altura el escalón. Estos escalones se continuaran hasta obtener el material útil por debajo de la cota +147 m. El material extraído se enviara a la planta de trituración en dependencia de si cumple los requisitos de calidad para su utilización en la producción de áridos según la NC: 251-2005, sino se depositaran en la escombrera del yacimiento ubicada en el flanco norte de la cantera.

3.7.1 Principales parámetros para la realización del cálculo de volumen del desarrollo minero extraído.

Como comentamos anteriormente los trabajos de desarrollo minero en este sector se planificaron en los bloques geológicos 1ABb y 3C1b, del nivel + 147m hasta la cota +164 m que es la superior en esta área.

Vamos a partir de un patrón para una voladura de 5000 m³ de volumen, que son las que generalmente se realizan en la cantera

Principales parámetros para la realización del cálculo de las voladuras del desarrollo minero

Altura del banco: 9 m

Profundidad de barrenación: 10 m

Red de perforación: 3m x 3 m

Coefficiente de esponjamiento: 1.5

Volumen de material por barreno: 94.5 m³

Cantidad de barrenos para extraer los 5000 m³: 53 barrenos de 8 m

Numero de filas: 3 filas (2 filas de 18 barrenos y 1 de 17 barrenos)

3.7.2 Cálculo del consumo de explosivo por voladura

Para barrenos de 4-5 y 9-10 metros de profundidad con un diámetro de 115 mm y para extraer 5000 m³ de piedra.

Carga de fondo: 2 cartuchos de Senatel 100 mm: 8.33 kg

Carga de columna: 1 saco y medio de Amex: 37.5 Kg

Detonadores: 1u por barreno de Exel de 12 m

Cantidad de explosivo de fondo: 441.4 Kg

Cantidad de explosivo en columnas: 1987.5 kg

Cantidad de detonadores: 53 u

Cordón detonante: 150 m

La barrenación se hizo de forma vertical y horizontal, con una red de 3 m x 3m, debemos señalar que en estos niveles se estrechó la red pues como es la cota superior y tiene mucho Carso y agrietamiento no se barrena a 4 x 4 como esta estipulado en patrón de voladura de este sector.

Los equipos que se utilizaron en la preparación y extracción de los frentes se muestran a continuación

Equipos	Cantidad	Modelo	Capacidad	Rendimiento
Buldozer	1	Komatsu D-155 A	300 m ³ /h	105 m ³ /h
Excavadora	1	Hitachi UH-181	2.6 m ³	137 m ³ / h
Camiones	1	Belaz 540	15 m ³	3.25 viajes / hora
Carretillas barrenadora	1	460 PC	115 mm	24 m ³ x m lineal de perforación
Compresor	1	Atlas Copco XAAS 365 ó XAS-186	-	

Resultados del cálculo de los volúmenes extraídos

Después de calculados los parámetros básicos para la explotación del sector de Cemento Blanco pasamos al calculo de los recursos por encima de la cota + 147 m hasta la cota + 164 m, en este sector de los bloques 1ABb y 3C1b, para determinar los volúmenes extraídos y dejar liberadas las reservas de cemento, haciendo un análisis de sus características físico mecánicas para su utilización en la producción de áridos.

El calculo de las áreas se realizo por el método de Autocap.

Los volúmenes obtenidos por encima de la cota +147 m en el sector de cemento Blanco son los siguientes (ver tabla 4):

Tabla4 Volúmenes calculados

Año	Volumen Extraído del sector de cemento m ³	Total del de	Volumen extraído como desarrollo minero cota +147 m m ³
2010	65734		14119
2011	36227		13268
2012	24531		10000
Totales	126492		60376

Del total de extracciones realizadas en el sector de cemento que resultaron 126492 m³ un total de 60376 m³ se han extraído por encima de la cota + 147 m y estas se han incorporado a la producción de áridos.

Conociendo estos datos y la cantidad de piedra extraída, 60376 m³, los consumos de explosivo son los siguientes (ver tabla 5):

Tabla 5. Consumos de explosivos

Productos	Consumos	Precios \$	Gastos
Tectron 100 Senatel	3.707 Tn	1859.76 Tn	6894.13\$
Tectron Amex N/S	16.695 Tn	1596.87 Tn	26659.74 \$
Detonadores eléctricos	18 u	1.456 U	26.20 \$
Cordón detonante	1260 m	0.31248 m	393.72 \$
Nonel de 12 m	446 u	3.5056 U	1563.49 \$
Total			35537.28 \$

3.7.3 Resultados obtenidos en los volúmenes de mineral originados por el desarrollo minero.

La Cantera Nieves Morejón durante los años 2010, 2011 y hasta octubre del 2012 ha tenido un comportamiento de producción y valor de su producción de la siguiente forma (ver tabla 6):

Tabla 6. Resultados obtenidos en los volúmenes de mineral originados por el desarrollo minero.

Año	Producción Total m ³	Producción de Áridos m ³	Producción de cemento Blanco m ³	Valores Totales MM P	Valor de la producción de áridos MMP	Valor de la producción de cemento MMP
2010	126994	117594	9400	1882.1	1728.5	153.6
2011	151887	142216	9671	3068.2	2875.0	193.2
2012	87651	78677	8974	1880.4	1701.6	178.8
Total	366532	338487	28045	6830.7	6305.1	525.6

Parte de esta producción se ha garantizado con los 60376 m³, extraído del desarrollo minero del sector de cemento blanco. Esta materia prima extraída cumple los requisitos de calidad para su utilización en la producción de áridos según la NC: 251-2005 (ver anexo 4). (**Ver Anexo # 4 Resultados de los ensayos de la materia** prima para ser utilizados en la producción de áridos cumpliendo con los requisitos de la NC:251- 2005). Teniendo en cuenta siempre el requisito absorción de la NC 251: 2005 que plantea que el mismo debe ser menos del 3%. Aunque cuando se presenta este inconformidad se destina a otros programas como la vivienda.

La efectividad económica mayor que han tenido estos trabajos es que se han podido aprovechar la piedra de desarrollo minero del sector de cemento en la producción de áridos y se a logrado un incremento en los recursos del sector de áridos, sector este con serios problemas, pues se encuentra en fase de agotamiento.

Con la extracción de este volumen 60376 m^3 por encima de la cota +147 m se han liberado reserva, en estos años, para la producción de Cemento Blanco en el escalón +137 – 147 m, extrayéndose de estos niveles 66116 m^3 de piedra para la producción de cemento y dejando reservas listas en un volumen de 48000 m^3 .

Como consecuencia de estos trabajos de desarrollo minero se logró garantizar la producción de cemento blanco en estos tres últimos años e incrementar los recursos para la producción de áridos

A pesar de los trabajos realizados estos no son suficientes y se hace una valoración de los trabajos pendientes:

Aunque se ha trabajado existe atraso en el desarrollo minero en el sector de cemento blanco, quedando por culminar estos en los bloques $3C_1B$ y $2 C_1B$ (Ver foto)



Foto 4. Ejecución del desarrollo minero en el bloque 2C1b

La plataforma del nivel +147 m no cumple con las dimensiones establecidas en el proyecto minero aunque se trabaja en ella para continuar ampliándola.(Ver foto 5)



Foto 5. Plataforma del nivel +147

La plataforma del nivel + 137 m cuenta con las dimensiones adecuadas y con reservas listas para la extracción pero excede la altura permisible establecida en el proyecto minero, lo que ocasiona una violación del mismo y de los parámetros de seguridad de trabajo en la cantera (Ver foto 6)



Foto 6. Dimensiones del escalón de la cantera

Consideramos que los siguientes trabajos a realizar es continuar la ampliación de las plataformas +147m y la + 137 m, la conformación de una nueva plataforma de trabajo en el nivel +122 m. Nos quedarían conformadas 2 plataformas de 15 m de altura cada una. Mas la plataforma +137 m + 147 m de 10 m de altura.

3.8 Caracterización de los impactos ambientales que se producen y las causas que lo provocan

La evolución de la vida se fundamenta en el equilibrio entre diversos componentes de la naturaleza a que está sometida, en particular por las modificaciones en la composición de la atmósfera y sus efectos. Sus cambios hacen sentir impactos en distintas esferas de la vida.

Los problemas medios ambientales se han ido agudizando a medida que el desarrollo económico ha aumentado en las diferentes regiones del planeta. El hombre siempre se ha preocupado por mejorar sus condiciones de vida, pero ha ignorado el cuidado de su entorno, no ha tenido presente conceptos claros como biodiversidad y desarrollo sostenible.

Las excavaciones mineras es uno de los impactos más agresivos que recibe el medio ambiente, trasforma completamente el paisaje y agrede fuertemente los suelos. Cuba, no está ajena a los problemas antes mencionados pero a diferencia de otras regiones del planeta existe, la voluntad del estado de resolverla y dedica esfuerzos y recursos para ese objetivo.

La provincia de Sancti Spíritus a pesar que se han logrado importantes avances, tenemos la erosión de los suelos de las áreas mineras, el área boscosa es muy reducida favoreciendo el aceleramiento de desertificación.

En el artículo 41 c) de la Ley de Minas se expresa:

“Todos lo concesionarios están obligados a preservar el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área objeto de la concesión elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto derivado de sus actividades tanto en dichas áreas, como en las áreas y ecosistemas vinculado a aquellos que puedan ser afectados”.

Por eso en este capítulo se identifican los Impactos Ambientales fundamentales que provocan la minería a cielo abierto tanto en el área de explotación como de procesamiento y se proponen las medidas correctoras posibles para mitigar estos impactos.

3.8.1 Acciones del Proyecto susceptibles a producir impactos.

Desbroce

Destape de la materia prima

Perforación y Voladura

Excavaciones

Transportación

Procesamiento de la materia prima

Acopio de la materia prima

3.8.2 Factores del medio susceptibles de recibir impactos.

Relieve

Suelo

Aire, atmósfera

Agua

Flora y Vegetación

Fauna

Población

Economía

Tabla 7 Relación de las acciones impactantes con los componentes ambientales en riesgo.

Acción Factores	Desbroce	Destape	Perforación	Voladura	Excavación	Transportación	Procesamiento	Acopio
Relieve	x	x	x	x	x	x	-	x
suelo	x	x	x	x	x	x	x	x
Aire	x	x	x	x	x	x	x	x
agua	-	-	-	-	-	-	x	-
Flora y Vegetación	x	x	x	x	x	-	x	x
fauna	x	x	x	x	x	x	x	x
Población	-	--	x	x	-	-	-	-
Economía	-	-	-	-	-	-	x	x

Tabla 8 Determinación de los impactos ambientales y las `posibles medidas correctoras

Factor	Acción	Impacto	Medida Correctora
S,R,F FyV	Desbroce	Eliminación de la capa vegetal y transformación del paisaje con l a consiguiente perdida de habitat, muerte de individuos, de las capacidades de refugio, nidificación y alimentación	Recultivación después de terminada la explotación
S,R, F FyV	Destape	Transformación del paisaje y disminución de la cobertura terrestre	Evitar durante el destape utilizar áreas mayores de las necesarias para evitar la creación de superficies desnudas
Aire	Perforación	Emisión de polvo al medio por el uso de equipos de perforación	Aplicación de nuevas técnicas de perforación(Martillos rompedores) Colocación de mangas colectoras de polvo en las carretillas barrenadoras
Población Aire	Voladura	Ruido, molestias a la población Emisión de gases tóxicos al medio	Utilización de equipos de avanzada que no se tengan que hacer voladuras
Relieve	Excavaciones	Transformación del paisaje Derrame de lubricantes y combustibles	Mantener en buen estado técnico el equipamiento minero
R,A, P	Transportación	Compactación del terreno Emanación de polvo al medio	Regar agua en los caminos para mitigar la contaminación del aire con el polvo proveniente

		Derrame de lubricantes y combustibles	de la actividad minera. Mantener correcto estado técnico de los equipos mineros
Atmosfera Población	Procesamiento de la materia prima	-Emisión de polvo al medio - ruido -Aumento de la disponibilidad de materia prima para la construcción	Instalación de ciclones colectores de polvo Uso de caretas protectoras contra el polvo Colocación de filtros en las chimeneas
S,R, P	Acopio de la materia prima	Transformación del paisaje	

3.8.3 Principales impactos al medio ambiente en el yacimiento.

Los principales impactos que actualmente estamos provocando al medio son los siguientes:

- 1- Eliminación de la capa vegetal y transformación del paisaje con la consiguiente pérdida de hábitad, muerte de individuos, de las capacidades de refugio, nidificación y alimentación.
- 2- Transformación del paisaje y disminución de la cobertura terrestre
- 3- Emisión de polvo al medio por el uso de equipos de perforación
- 4- Ruido, molestias a la población
- 5- Emisión de gases tóxicos al medio
- 6- Derrame de lubricantes y combustibles.

Existen planes en nuestra empresa para mitigar los mismos:

- 1- Evitar durante el destape utilizar áreas mayores de las necesarias para evitar la creación de superficies desnudas
- 2- Aplicación de nuevas técnicas de perforación (Martillos rompedores)
- 3- Mantener correcto estado técnico de los equipos mineros

Conclusiones.

1. Las medidas propuestas en la investigación permitieron perfeccionar el proyecto de explotación del sector de cemento blanco de la cantera Nieves Morejón, en él se pudo obtener un mejor y mayor aprovechamiento de las reservas minerales y la minimización del impacto ambiental.

Recomendaciones

- 1.- Utilizar sistemáticamente en el orden de las medidas el replanteo topográfico en los pasaportes de perforación y voladura, para lograr una mejor nivelación de los pisos y frentes de cantera.
- 2.- Se propone un estudio sobre la organización de los trabajos de cargue y transportación, a las nuevas condiciones de trabajo creado en los frentes.
- 3.- Cumplimentar la organización y reordenamiento de los horizontes de trabajo.
- 4.- Se recomienda la realización del Desarrollo Minero en el área prevista, teniendo en cuenta el efecto económico calculado, además de ser una necesidad imperante para la cantera por la escasez de reservas abiertas y listas para afrontar los niveles productivos planificados.

Bibliografía

1. LECHAKOV GUENADY, Informe sobre la Exploración dentro de los límites del coto minero y Exploración de Explotación del Yacimiento Nieves Morejón.
2. MENA Eduardo, Explotación dentro de los límites del coto Minero Nieves Morejón. (Bloque 3C₁b) Sancti Spiritus.
3. ENRRIQUE PEREZ JOSÉ, Proyecto de Actualización de la cantera Nieves Morejón. Provincia Sancti Spiritus
4. WATSON QUESADA Dr.C Roberto L, Conferencia sobre los problemas fundamentales que se presentan actualmente en la explotación de canteras de materiales de construcción.
5. Ley No 76/1995. Ley de Minas.
6. Decreto No 222/1997 .Reglamento de la Ley de Minas.
7. Ley No 81/1997 de Medio Ambiente.
8. Resolución 77/99 Reglamento del Proceso de Evaluación de Impactos Ambientales.
9. Cursos y conferencias del Diplomado Básico Explotación de Yacimientos Minerales para Materiales de Construcción.
10. Ares, P. (1998): El trabajo grupal. Colección Educación Popular No 3. La Habana.
11. Hernández Sampier, R. (2004): Metodología de la Investigación, Tomo 1 y 2. Editorial Félix Varela. La Habana.
12. Sitios Internet:
 - <http://revista.ismm.edu.cu./index.php/revistamg/article/view/142>
 - <http://www.ecured.cu>