



Ministerio de Educación Superior
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
Dr. Antonio Núñez Jiménez
Facultad de Geología-Minería
Departamento de Minería

TRABAJO DE DIPLOMA

**EN OPCIÓN AL TÍTULO DE
INGENIERO DE MINAS**

**Actualización del Proyecto de Explotación de la
cantera El Pilón**

Autor: Jorge Cabrera Carbonell

Tutor: Msc. Yoandro Diéguez García

“Año 55 de la Revolución”

Julio 2013



Ministerio de Educación Superior
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
Dr. Antonio Núñez Jiménez
Facultad de Geología-Minería
Departamento de Minería

TRABAJO DE DIPLOMA

EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS

Actualización del Proyecto de Explotación de la
cantera El Pilón

Autor: Jorge Cabrera Carbonell

Tutor: Msc. Yoandro Diéguez García

DEDICATORIA

El fruto de este trabajo se lo dedico a todas las personas que tuvieron fe en mí.

- A mi querida hija, el amor de mi vida, que es el motor impulsor y la inspiración de todo cuanto hago.
- A mis padres, que con gran sacrificio y esfuerzo hicieron de mí, el hombre que hoy soy.
- A mi familia, que siempre me apoyó bajo cualquier circunstancia.
- A mi tutor, Yoandro Diéguez García que a pesar de su limitado tiempo siempre encontró un espacio para trasmitirme sus conocimientos.
- A mis amigos y amigas, por su dedicación y entrega, por la confianza y la amistad que siempre me ofrecieron.
- A mis compañeros de estudio, a todos los que iniciaron y a aquellos que quedaron en el camino en especial los que hoy terminan la carrera.
- A todos los profesores que en estos seis años dedicaron tiempo y esfuerzo en convertirme en el profesional que soy hoy.
- A la memoria de Miguel Padilla León, nuestro inolvidable compañero a quien las circunstancias no le dio fuerzas para continuar este abrupto camino que es la vida.

A todas las personas que de una u otra forma pusieron un granito de arena en mi formación como ingeniero.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco ante todo a mis padres: Leonilda Carbonell Lasmanier y Gerardo Cabrera Leopoldo sin los cuales hoy mi presencia física aquí sería imposible. Por el esfuerzo, constancia, sacrificio y dedicación, por la educación que me inculcaron, por el apoyo incondicional que durante toda mi vida de ellos he recibido.

Agradezco a todos mis profesores que durante estos seis años me han nutrido de la sabiduría del conocimiento para hoy ser un ingeniero más formado por esta revolución. En especial a Suraimis, Julio, Cheviera que de sus humildes casas hicimos campamento, a Yoandro, Noa, Belete, Otaño y Maday que más que profesores son verdaderos amigos.

Agradezco a la dirección de la ECOH por el apoyo y la confianza que en mí depositaron porque a pesar de no ser un trabajador de esa institución nunca se me obstaculizó la entrada a la unidad así como utilizar sus medios para mi aprendizaje y conocimientos.

Agradezco a todos mis compañeros de estudios: Yurainis, Roxana, Odalis, Yosvani, Osmel y Rodney con los cuales durante estos seis años compartimos glorias y fracasos. En especial a Yurainis y Roxana sin las cuales hoy no estaría compartiendo la alegría del resto del grupo al graduarnos como Ingenieros de Minas.

Agradezco al técnico en explotación de yacimientos mineros Luis de la Llana Pupo el cual me sirvió de guía, tutor, amigo y compañero de campo durante las largas jornadas soleadas en la cantera Pilón.

Muchas Gracias



*“La senda que andamos es abrupta pero conduce a la
victoria”*

Ché

RESUMEN

La presente investigación se realiza en la UEB cantera El Pílon, perteneciente a la Empresa de Materiales de la Construcción Holguín, con el propósito de actualizar su Proyecto de Explotación y buscar alternativas que conlleven a elevar la productividad, manteniendo la calidad, con el mínimo gasto de recursos. Se determinaron los parámetros de la voladura lo que permitió modificar la red de perforación y la construcción de las cargas de cada taladro. Los resultados obtenidos fueron comparados con los diseños que se realizaban anteriormente, arrojando que la propuesta de este trabajo es más racional. Se demostró mediante las voladuras de prueba que la entidad ahorra por concepto de uso de explosivos y medios de explosión un valor de \$ 305.25 por cada bloque de 30 x 9 m que se explosiona.

ABSTRACT

This research was done in the UEB quarry El Pilon, belonging to the Company of Holguin Construction Materials, in order to update its Mining Project and alternatives that lead to increase productivity while maintaining quality, with minimum expense resource. Parameters determined blasting allowing modifying the drilling pattern and building loads for each drill. The results were compared with earlier designs that were made, throwing the proposal of this work is more rational. It was shown by test blasting saves the entity in respect of use of explosives and explosive means a value of \$ 305.25 for each block of 30 x 9 m which explodes.

ÍNDICE	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1 CONDICIONES INGENIERO – GEOLÓGICAS	4
1.1 Generalidades	4
1.2 Geología	4
1.3 Rocas de cubierta	10
1.4 Características cualitativas del mineral	11
1.5 Cálculo de reservas	15
CAPÍTULO 2 TRABAJOS MINEROS	18
2.1 Antecedentes del proyecto, trabajos mineros y estudios realizados	18
2.2 Organización general de los trabajos y productividad proyectada	19
2.3 Tipos, modelos y cantidades de equipos de extracción, carga y transporte que se utilizarán en la explotación del yacimiento	22
2.4 Esquema tecnológico y elementos principales de explotación	23
2.5 Trabajos de perforación y voladura	25
2.6 Trabajos de carga	30
2.7 Cálculo del transporte	32
2.8 Plan calendario de los trabajos mineros	32
2.9 Parámetros de minería, pérdida y dilución.	35
2.10 Trabajo en la escombrera	36
2.11 Medio ambiente.	36
2.12 Costo de extracción del metro cúbico de rajón	38
2.13 Organización de los trabajos de mantenimiento	39
CAPÍTULO 3 SEGURIDAD MINERA	40
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	65

INTRODUCCIÓN

La minería ha resultado una actividad determinante en el desarrollo de la sociedad; según cálculos, entre los recursos naturales utilizados a escala mundial para la satisfacción de las necesidades de la humanidad, los minerales componen el 80%. La industria minera tiene gran importancia en el desarrollo de la economía de cualquier país, ya que su principal tarea es la extracción del mineral, que constituye la base de la materia prima para la industria metalúrgica, de la cual se obtienen los metales sin los cuales ninguna rama de la economía de un país podría subsistir. Se puede decir que de la importancia de la industria extractiva para la vida de la colectividad se deriva el significado social del ingeniero de minas. Actualmente la principal fuente de materia prima con que cuenta este país la constituyen los yacimientos de la corteza de intemperismo, distribuidos ampliamente en la región nororiental cubana con las principales reservas de hierro, cobalto y níquel. Existen otros lugares del archipiélago que poseen reservas de diversos minerales, pero no son de relevancia económica hasta la actualidad. Excepto el carso ampliamente utilizado en la industria de los materiales.

La explotación de canteras comprende una parte importante de la minería que se realiza a cielo abierto en el mundo con el objetivo de aportar los materiales de construcción que se extraen. Estas canteras abarcan la extracción de áridos de construcción, arena, arcilla y rocas ornamentales.

Actualmente, en la cantera El Pílon se realiza la explotación del yacimiento de calizas con un proyecto obsoleto que necesita ser actualizado para lograr la calidad y alta productividad en esta Unidad Empresarial de Base, perteneciente al Ministerio de la Construcción de Holguín, constituyendo éste el **problema científico** a resolver. El **objeto de estudio** será la reserva de minerales existentes en la cantera para el quinquenio 2014–2019 y el **campo de acción**, la actualización del proyecto de explotación para la cantera El Pílon que abarque el

quinquenio 2014–2019. Si se conocen las caracterización ingeniero – geológica de la zona de estudio, la situación actual de los trabajos mineros de la cantera, la tecnología empleada en los diferentes procesos tecnológicos, es posible realizar la actualización del proyecto de explotación para la cantera El Pílon que abarque el quinquenio 2014–2019.

En función de dar respuesta a esto se traza como **objetivo general** realizar la actualización del proyecto de explotación para la cantera El Pílon que abarque el quinquenio 2014–2019 adaptado a las nuevas condiciones imperantes en la actualidad, de tal forma que contribuya a realizar la explotación del yacimiento con el mayor aprovechamiento posible de estos recursos naturales, con un máximo de eficiencia económica y una afectación mínima al medio ambiente.

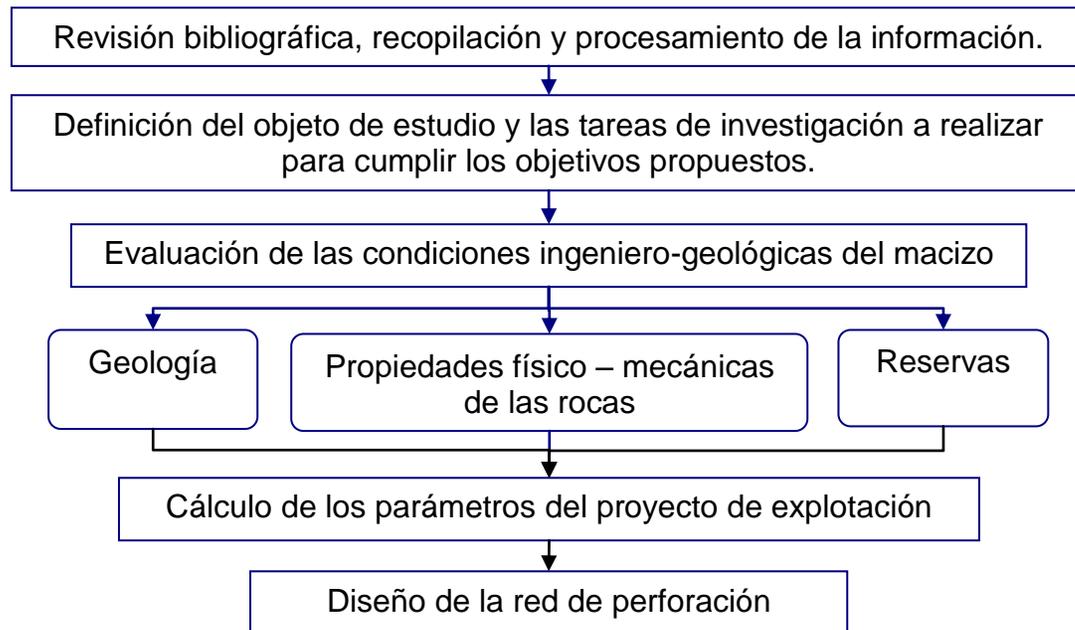
Para dar respuesta al objetivo general se pretende dar cumplimiento a los siguientes **objetivos específicos**:

- Realizar la caracterización ingeniero – geológica de la zona de estudio.
- Calcular los parámetros tecnológicos de la cantera.
- Planificar la organización de los trabajos para el quinquenio 2014–2019.
- Realizar los cálculos económicos.
- Proponer medidas para disminuir el impacto medioambiental y aumentar la seguridad de los trabajos mineros.

Proceso de investigación científica.

Para cumplimentar la investigación se establece el proceso de investigación científica que consta de trabajos analíticos y experimentales, de gabinete, de laboratorio y de campo.

Todos estos trabajos se realizan en una determinada secuencia que constituye un procedimiento para la realización de la investigación como se muestra a continuación.



CAPÍTULO 1 CONDICIONES INGENIERO – GEOLÓGICAS

1.1 Generalidades

El yacimiento de calizas Pilón se localiza en la provincia de Holguín, al este del municipio de Mayarí Abajo a unos 6 – 8 Km y a 1 Km de la carretera Mayarí - Nicaro.

Las coordenadas Lambert del centro del yacimiento son:

X: 624 600 Y: 221 000

El relieve se puede considerar como de colinas suaves, cuyas cotas absolutas oscilan desde + 100 la mayor y + 25 – 30 las menores.

La red hidrográfica es poco compleja, existe un arroyo permanente que corre en dirección noreste - suroeste aproximadamente en la cota + 30, no teniendo influencias negativas en el yacimiento.

Los cultivos de la zona son fundamentalmente frutos menores y potreros, los bosques están más o menos desarrollados. Se componen de árboles maderables y arbustos.

1.2 Geología.

El yacimiento de calizas Pilón se localiza en el anticlinorium Mayarí – Baracoa, con un área total de 37 hectáreas.

Las rocas que forman el yacimiento se pueden asignar a la formación Majimiana. Se componen por rocas carbonatadas en su totalidad, representadas por calizas órganobrechosas, organógenas y organodetríticas, calizas estratificadas de granos muy finos y en menor grado calizas margosas.

El cuerpo de mineral útil es de capas de rocas de yacencia monoclinal, con un buzamiento suave, de 5 – 10 grados, y dirección noreste sureste.

Existe un gran desarrollo del carso representado por diente de perro y cavernas vacías en la superficie y en profundidad por cavernas vacías y rellenas.

Según la litología, las rocas del yacimiento se han subdividido en 4 tipos principales que de arriba hacia abajo en el corte son:

- Calizas órganobrechosas
- Calizas organógenas y órgano detríticas
- Calizas estratificadas
- Serpentinitas (encajantes)

Calizas órganobrechosas

Conforman la inmensa mayoría de las reservas útiles, son rocas duras, compactas, masivas, agrietadas, de colores que van desde el blanco amarillento hasta el rosado claro, generalmente estas rocas conforman la parte superior del yacimiento con una potencia variable desde 3.0 m en el Pozo # 43 al oeste del bloque C-1 hasta 65 m en el Pozo # 11- A al este del bloque B -1. Estas rocas se localizan en la totalidad de los pozos. Ver figura 1.1



Figura 1.1 Calizas órgano brechosas

Según datos de laboratorio esta capa se mantiene más o menos homogénea tanto por el rumbo como por el buzamiento. Es en estas rocas brechosas donde se localizan la inmensa mayoría de las manifestaciones cársticas y principalmente hacia la parte central y suroeste del yacimiento, cerca del frente de cantera, representado por grandes cavernas vacías y rellenas. Ver figura 1.2



Figura 1.2 Calizas órgano brechosas con grandes cavernas vacías y rellenas

Calizas organógenas y órgano detríticas

Estas rocas se localizan por debajo de la capa de caliza brechosa, recristalizada, con muchos restos fósiles, los colores varían desde el blanco gris hasta el rosado muy claro. Las potencias de estas rocas varían desde los 3 m como mínimo en el Pozo # 43 hasta 13 m como máximo en el Pozo # 74 al sur oeste del B - 1. Esta capa es cortada por casi toda la totalidad de los pozos, se mantienen mas o menos constante por el rumbo y buzamiento, sus parámetros físico mecánicos son mas o menos estables y similares a los de la caliza brechosa, pero con tendencia a ser mas bajos. La porosidad tiende a ser algo mayor que en las calizas brechosas, pues tienen valores de hasta 15 % al igual que las dimensiones de los poros, que aumentó hasta un milímetro y en ocasiones mayores. En estas rocas de porosidad alta es donde disminuyen los valores de la resistencia a la compresión. Las rocas se encuentran agrietadas y los testigos están poco conservados. En este tipo de rocas existe un agrietamiento principal horizontal el cual no es apreciable en los pozos de

perforación, pero en el afloramiento 31, 32 y 38 se observan grietas por lo general cerradas en este tipo de rocas. El carso solo ha sido observado en el afloramiento 31 consistente en una caverna de medianas dimensiones.

Calizas estratificadas

Estas calizas son las menos potentes dentro de las secuencias de rocas carbonatadas que componen el yacimiento, su potencia oscila desde 5 m en el Pozo 43 hasta 15 m en el Pozo 14 – A al noroeste del B- 1, son rocas duras, masivas, compactas de granos muy finos, con colores que van desde el gris al gris verdoso, se presentan estratificadas y en cuyos planos de estratificación se observa un material arcilloso carbonatado de color verdoso y en ocasiones pardo. Ver figura 1.3. Las rocas que denominamos estratificadas ocupan la parte mas baja de la secuencia. Esta capa de calizas estratificadas fue tomada en las investigaciones como horizonte guía pues es muy clara su posición en el corte y es donde mejor se pueden medir los elementos de yacencia. Las propiedades físico – mecánicas son mas o menos iguales al resto de la secuencia, por lo que fueron incluidas en el calculo de reservas.



Figura 1.3 Calizas estratificadas

Serpentinitas

Estas rocas ígneas conforman el basamento de la secuencia carbonatada, con relaciones tectónicas evidentes entre ellas, son de color verdoso, agrietadas, fracturadas en vetas de calcitas. Su potencia no se puede determinar en el yacimiento, pero todo parece indicar que son potentes mantos de cabalgamiento emplazados a finales del Cretácico Superior Maechtrichtiano.

El contacto con la caliza es de tipo tectónico, aparece cerca del mismo una mezcla de serpentinitas y rocas carbonatadas, las serpentinitas afloran en todo el este del yacimiento y no entran en el cálculo de reserva.

Fenómeno físico geológico

Intemperismo: se presenta muy extendido, como resultado de la meteorización se forman los suelos finos de colores blancos (corteza eluvial) y rojizos (tipo rendzina roja)

Carso: Su manifestación es extensa tanto como superficial como subterránea

El carso en el yacimiento.

Las manifestaciones cársicas en el yacimiento están muy desarrolladas y son de gran importancia para el cálculo de reservas. Estas se pueden subdividir en 2 grupos.

- Carso superficial
- Carso subterráneo

Carso superficial

En la superficie el carso se localiza como cavernas vacías de 20 mts de profundidad por 4 – 5 m de ancho generalmente en forma de embudo. También se localiza el diente de perro como resultado de este proceso.

Las cavernas superficiales se presentan en dos formas diferentes: una como grandes cavernas amplias con 1 ó 2 pisos con un ancho promedio de 20 – 25 m de profundidad y una abertura relativamente pequeña en la superficie. Ver figura 1.4



Figura 1.4 Carso superficial con grandes cavernas amplias

La otra forma de manifestación de la caverna en la superficie es en forma de embudo de aproximadamente 20 m de profundidad con una abertura en la superficie de 2 – 7 m. En su fondo se observan ramificaciones que posiblemente comuniquen unas con otras cavernas, en su fondo además se localizan algunos bloques de calizas mezcladas con arcillas pardas rojizas. Ver figura 1.5



Figura 1.5 Carso superficial con grandes cavernas en forma de embudo

Carso subterráneo Según las perforaciones de los pozos realizados en el yacimiento se determinó la existencia en profundidad de manifestaciones cársicas en gran escala, representadas por cavernas rellenas y vacías.

El carso subterráneo se desarrolla fundamentalmente en la parte central adyacente a la cantera, en el bloque B-I.

Para evaluar la mayor o menor presencia del carso en las diferentes zonas se utilizó el coeficiente de cavernosidad.

$$K_c = \frac{\xi_{lmc p}}{L_{mt}}$$

$$K_c = \frac{4}{180}$$

$$K_c = 0.02$$

Donde:

K_c - Coeficiente de cavernosidad

$\xi_{lmc p}$ - Metraje de cavernas cortadas por el pozo (4 m)

L_{mt} - Metraje total del pozo (180 m)

1.3 Rocas de cubiertas

Las rocas de cubierta en el yacimiento presentan valores desde 0 hasta 5 – 7 m con un valor promedio de 1.0 m. La cubierta está representada por arcillas parda oscura con algunos fragmentos de calizas.

Según el grado de complejidad de la estructura geológica del yacimiento este se ubica en el grupo II (según instrucción de la Comisión Estatal de Reservas de la

antigua URSS) debido al gran desarrollo del carso y la variabilidad en la potencia de las capas de material útil que conforman el yacimiento.

Las condiciones hidrogeológicas del yacimiento son favorables para la explotación ya que el nivel freático no fue cortado por ningún pozo. La red hidrográfica es muy sencilla consta de un arroyo que no influye en el yacimiento.

1.4 Características cualitativas del mineral.

Los trabajos de exploración geológica para la exploración adicional de este yacimiento se realizaron con el fin de abastecer con reservas industriales a la planta trituradora clasificadora con una capacidad de 300 000 m³ / año de piedra triturada y de arena artificial para la construcción.

Horizonte de explotación + 100

Está situado en la parte superior del yacimiento, se explotan estas calizas por el primer escalón de la cantera, la potencia de 6.5 m, el mineral útil está representado por la caliza brechosa. Ver Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Resultados de los ensayos en las rocas del horizonte + 100

No	Parámetros	Estado	Pozo			Escalón		
			Fracción en mm			Fracciones de piedra		
			20-40	10-20	5 - 10	20-40	10-20	5-10
1	Peso volumétrico (g/cm ³)	Seco	2.39	2.39	2.66	2.51	2.52	2.49
		Saturado	2.48	2.48	2.67	2.57	2.58	2.55
2	Absorción (%)	-	3.89	3.89	3.36	2.56	2.65	2.37
3	Peso volumétrico (g/cm ³)	-	2.69	2.62	2.69	2.68	2.68	2.68
4	Porosidad (%)	-	11.15	11.15	11.11	-	-	-
5	Marca de la piedra	Seco	400	400	400	400	600	800
		Saturado	400	600	400	-	-	-

Horizonte de explotación + 90

Se ubica en la parte central del yacimiento. El área del horizonte limita por el sureste con el contorno del segundo escalón de la actual cantera y de la parte noroeste y norte por la isolínea + 90 y por el nordeste por el contorno de cálculo de los recursos categoría medidos y se extiende en dirección noreste. El mineral útil del horizonte que se describe está representado por la caliza brechosa.

Los resultados de los ensayos en estas rocas se muestran en la tabla 1.2:

Tabla 1.2 Propiedades físico mecánicas horizonte +90

No	Parámetros	Estado	Pozo			Escalón		
			Fracción en mm			Fracciones de piedra		
			20-40	10-20	5-10	20-40	10-20	5-10
1	Peso volumétrico (g/cm ³)	Seco	2.46	2.45	2.57	2.51	2.52	2.49
		Saturado	2.54	2.55	2.63	2.57	2.58	2.55
2	Absorción (%)	-	2.89	3.25	2.15	2.56	2.65	2.31
3	Peso volumétrico (g/cm ³)	-	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68	2.68
4	Porosidad (%)	-	8.20	11.15	41.10			
5	Marca de la piedra	Seco	400	600	600	400	600	400
		Saturado	400	600	600	-	-	-

Horizonte de explotación + 80

Ocupa la parte central y occidental del yacimiento, el área del yacimiento limita desde el sureste por el contorno del segundo escalón de la actual cantera, desde el noroeste desde la isolínea + 80 y por el norte con el contorno del cálculo de los recursos para la categoría medidos.

El mineral útil está representado por la caliza brechosa organógena

Los resultados de los ensayos en estas rocas se muestran en la tabla 1.3.

Tabla 1.3 Propiedades físico mecánicas horizonte +80

No	Parámetros	Estado	Pozo			Escalón		
			Fracción en mm			Fracciones de piedra		
			20-40	10-20	5-10	20-40	10-20	5-10
1	Peso Volumétrico (g/cm ³)	Seco	2.47	2.47	2.10	2.26	2.21	2.63
		Saturado	2.54	2.54	2.14	2.40	2.37	2.67
2	Absorción (%)	-	2.88	2.77	1.82	6.25	7.26	1.71
3	Peso volumétrico (g/cm ³)	-	1.44	1.25	1.55	1.39	1.15	1.45
4	Porosidad (%)	-	7.83	7.83	21.64	16.29	18.14	2.59
5	Marca de la piedra	Seco	600	600	600	600	400	300

Horizonte de explotación + 70

Ocupa prácticamente toda el área del yacimiento, el mismo limita por el sur con el contorno del frente del segundo escalón de la cantera y por el este y norte con los contornos del calculo de los recursos para las categoría medidos + indicados desde el oeste por la isocota + 70.

El mineral útil está representado por la caliza organógeno brechosa y organógeno detrítica.

Los resultados de los ensayos en estas rocas se muestran en la tabla 1.4.

Tabla 1.4 Propiedades físico mecánicas horizonte +70

No	Parámetros	Estado de la roca	Pozo			Escalón		
			Fracción en mm			Fracciones de piedra		
			20-40	10-20	5 – 10	20-40	10-20	5-10
1	Peso volumétrico (g/cm ³)	Seco	2.55	2.53	2.59	2.50	2.51	2.50
		Saturado	2.60	2.59	2.64	2.50	2.57	2.57
2	Absorción (%)	-	2.14	2.30	2.05	2.50	2.14	2.57
3	Peso volumétrico (g/cm ³)	-	1.45	1.19	1.53	-	-	1.08
4	Porosidad (%)	-	3.77	4.51	2.26	-	-	-
5	Marca de la piedra	Seco	600	600	600	400	600	600
		Saturado	400	600	600	-	-	-

Horizonte + 60

Ocupa prácticamente toda el área del yacimiento explorado, el área del horizonte sur, norte y este está limitada por las líneas de los contornos del cálculo de los recursos para las categorías medidos + indicados y la del oeste parcialmente por la isolinéa + 60 y por la línea del contorno de la categoría indicado. Actualmente se está trabajando en esta cota ubicada en el bloque C-1

Los resultados de los ensayos en estas rocas se muestra en la tabla 1.5:

Tabla 1.5 Propiedades físico mecánicas horizonte + 60

No	Parámetros	Estado	Pozo			Escalón		
			Fracción en mm			Fracciones de piedra		
			20-40	10-20	5 – 10	20-40	10-20	5-10
1	Peso volumétrico (g/cm ³)	Seco	2.42	2.45	2.57	2.31	3.30	2.59
		Saturado	2.51	2.54	2.60	2.43	2.43	2.63
2	Absorción (%)	-	3.95	3.58	1.82	5.43	5.67	1.38
3	Peso volumétrico (g/cm ³)	-	1.42		1.64	1.38	1.17	1.45
4	Porosidad (%)	-	7.73	6.48	1.90	13.48	13.85	2.99
5	Marca de la piedra	Seco	400	600	400	300	400	400
		Saturado	400	600	400	400	400	300

1.5 Cálculo de reservas

Como base del cálculo de recursos de las calizas del yacimiento Pilón, según la tarea técnica fueron tomados los siguientes parámetros:

- La utilidad de la materia prima para la producción de la piedra triturada y su utilización en las distintas ramas se evaluaron según los requerimientos de las normas señaladas en el capítulo “Característica Cualitativa del Mineral Útil”
- La utilidad anual de la materia prima para la planta es de 300000 m³/año de la masa rocosa, el plazo normativo del abastecimiento con los recursos es de 14 años. El volumen de los recursos del mineral útil de las categorías medido + indicado es no menor de 67.9 millones de m³ de ellos medidos 3.8 millones de m³
- La profundidad de la exploración fue hasta la cota + 50

- La potencia industrial mínima del mineral útil en los pozos es no menor de 5 m.
- La potencia máxima permisible del destape en excavaciones aisladas es de 10 m.
- La proporción permisible de las rocas de destape e intercalaciones incondicionadas a la capa útil es de 1.2
- Las impurezas máximas permisible del material de relleno cársico y de rocas débiles en la capa útil es de 20 % por los bloques de calculo y escalones de explotación.
- La explotación del yacimiento para la cantera es por escalones no mayores de 10 m.

El cálculo de los recursos de las calizas del yacimiento fue realizado por dos métodos:

Por el de bloques geológicos y por el de horizontes de explotación.

Por bloques geológicos

Según el grado de exploración y carsificación en el yacimiento están separados 3 bloques geológicos de cálculos: B-I, B-II y C₁-I. Esta división se explica por los distintos grados de carsificación.

El cálculo de las áreas de los bloques se realizó por vía matemática, con la totalidad de la suma de las áreas de las figuras geométricas que conforman los bloques.

A continuación resumimos los resultados del cálculo de recursos según este método:

Estado de los recursos y las reservas

En la Tabla 1.6 se representa el resumen de las tablas 1.1 y 1.2.

Tabla 1.6 (Resumen de las Tablas 1.1 y 1.2)

Nombre del bloque	Categoría del recurso	Estado de los recursos al 1.1.2014 (m³)	Estado de las reservas al 1.1.2014 (m³)
B-I	Medidos	1801525.486	12250373.300
B-II	Medidos	919303.264	6251262.195
C ₁ -I	Indicados	2492170.100	16946756.680
Total	Medidos	2720828.750	18501635.500
Total	Indicados	2492170.100	16946756.680

CAPITULO 2 TRABAJOS MINEROS

2.1 Antecedentes del proyecto, trabajos mineros y estudios realizados

La planta trituradora de piedra y arena artificial para la construcción Miguel García Infante comenzó sus trabajos en 1961 con una capacidad de 70 000.0 m³ de piedra triturada y arena artificial al año. En 1977 se le incorporó otra trituradora y clasificadora elevando su capacidad a 300 000 m³/año por vía húmeda mas los 70 000 m³/año antiguos por vía seca.

Desde el comienzo de la explotación se han extraído alrededor 309910.34 m³ de masa rocosa hasta el año 2012.

El porcentaje de desecho que produce la planta en su proceso de trituración es de 20 – 30 % teniendo una producción que va desde 70 a 80 % de la masa rocosa, de 5 a 8 % de los desechos corresponden a las partículas arcillosas durante el lavado de la piedra triturada y arena artificial.

En el 2007 la planta fue objeto de un proceso inversionista y modernización de su parque minero automotor.

Se está en presencia de la actualización del proyecto minero para la explotación del yacimiento en los próximos 5 años (2014 – 2019), contando para ello como antecedentes fundamentales los siguientes:

- Proyecto minero propiamente dicho (este es un proyecto de actualización)
- Experiencia acumulada durante todos los años de explotación del yacimiento

Limites de la cantera (Ver Anexo 1)

Los límites de la cantera están determinados por el área de concesión de explotación y procesamiento del yacimiento, esta área está determinada por los siguientes vértices, ver tabla 2.1.

Tabla 2.1. Límites de la cantera

Para el yacimiento (45.6 ha)			Para el área de procesamiento (25.68 ha)		
VÉRTICE	NORTE	ESTE	VÉRTICE	NORTE	ESTE
1	221800	624250	1	221560	624940
2	221800	624700	2	221560	925600
3	221560	624940	3	221300	625600
4	221200	625000	4	221000	625000
5	221000	624600	5	221200	625000
6	221400	624200	1	221560	624940
1	221800	624250			

La cota del piso actual es la + 60 (escalón mas bajo en explotación) y su cota inicial de explotación fue la + 100.

La construcción de los bordes de la cantera se determina por los taludes de los escalones en la posición final y se toma según las normas “Norma de Protección Técnica de las Plantas de Materiales de Construcción”

El talud firme del escalón para las rocas del yacimiento es de 80°. Este talud fue tomado también para la posición final del escalón.

Entre los escalones, para la posición final se proveen bermas de un ancho de 4 m y para la limpieza mecánica de estos 8 m.

2.2 Organización general de los trabajos y productividad proyectada

Para lograr que durante la ejecución de los trabajos mineros en una cantera se obtengan los resultados deseados es necesario que todos los trabajos sean

organizados de la forma más correcta y eficaz posible y que además se pueda obtener cierta independencia entre unos y otros.

Uno de los aspectos más importante es el régimen de trabajo que para una cantera se establece atendiendo a varios factores, como por ejemplo: Volumen de producción anual, características de las instalaciones que procesan la materia prima, estado técnico del equipamiento que interviene en el proceso productivo, etc.

En este caso hemos tenido en cuenta:

- La existencia de un régimen de trabajo anterior
- La correspondencia de las instalaciones industriales con el equipamiento minero, los volúmenes de producción etc.

La elección fue:

- Días laborables al año: 280
- Días de paradas por reparación: 30
- Días de parada por afectaciones climáticas: 26
- Cantidad de turnos diarios: 1
- Duración del turno de trabajo: 8
- Días efectivos a trabajar en el año: 224

Nota: Los días de afectación por condiciones climáticas adversas fueron tomadas del catálogo de normas donde se plantea que para esta zona es de 26 días.

Productividad proyectada

De acuerdo a los datos obtenidos luego de un análisis relacionado con las producciones realizadas en los últimos años, además de los volúmenes extraídos

y teniendo en cuenta el estado técnico de la planta procesadora junto con el equipamiento a utilizar hemos determinado una producción anual de 120 000 m³ manteniéndola constante durante los 5 años aunque las demandas de los productos pudieran crecer. El piso inferior donde se trabajará será el nivel + 60.

En el cálculo de la productividad anual de la cantera es necesario considerar las pérdidas de explotación (pérdidas durante la voladura y transportación)

$$P_a = \frac{N_{mp}}{(1 - K_1) \cdot (1 - K_2) \cdot K_e} \quad (2)$$

Donde:

P_a = Productividad anual de la cantera

N_{mp} = Necesidad de materia prima para la planta (120000.0 m³ esponjado)

K_1 = Coeficiente que tiene en cuenta las perdidas de material útil por efecto de las voladuras (0.0025)

K_2 = Coeficiente que tiene en cuenta las perdidas de materia prima útil por efecto de la transportación (0.003)

K_e = Coeficiente de esponjamiento (1.5)

Cálculo de la vida útil de la cantera

$$V_{\text{útil}} = \frac{R_m}{P_a} \quad (3)$$

Donde:

R_m = Recursos medidos (2720828.750 m³)

P_a = Productividad anual de la cantera

Tabla 2.2 Productividad anual y vida útil de la cantera.

Productividad anual (m ³)	Recursos medidos (m ³)	Vida útil de la cantera (Años)
80000.00	2720828.750	34

2.3 Tipos, modelos y cantidades de equipos de extracción, carga y transporte que se utilizarán en la explotación del yacimiento.

TABLA 2.3 Relación de equipos tecnológicos.

No	EQUIPO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD	CANTIDAD
1	Cargador	Volvo	L – 180E	4.6 m ³	1
2	Camión volteo	Belaz	7540 –A	15 m ³	2
3	Cargador	Volvo	L-60E	1.75 m ³	1

TABLA 2.4 Características del Bulldózer

No	EQUIPO	MARCA	MODELO	POTENCIA	CANTIDAD
1	Bulldózer	Komatsu	D-85	220 hp	1



Figura 2.1 Bulldózer Komatsu D-85



Figura 2.2 Cargador Volvo L-180 E



Figura 2.3 Camión volteo Belaz 7540 –A

Nota: En el presente proyecto no se planifica desarrollo minero por no ser necesario en este periodo. Esta cantera tiene suficiente desarrollo minero para los próximos 5 años.

2.4 Esquema tecnológico y elementos principales de explotación. (Anexo 3)

Será utilizado en lo sucesivo (como hasta ahora) el esquema tecnológico de transporte, para la ejecución de los trabajos mineros con el acarreo de la roca de

estéril hacia la escombrera o de material útil hacia la tolva receptora o almacén de mineral. Todas las rocas se extraen con la granulometría primaria obtenida de los trabajos de voladura.

La mayor parte de los servicios de perforación de las rocas para los trabajos de voladura serán contratados a EXPLOMAT el cual los realizará con la carretilla barrenadora Atlas Copco con diámetro de broca igual a 85 mm. La parte restante será realizada con el complejo de barrenación del centro. Ver figura 2.4



Figura 2.4 Carretilla barrenadora Atlas Copco

En la carga de las rocas, tanto estéril como mineral se utilizará un cargador Volvo de 4.6 m³ de capacidad.

La transportación de las rocas (tanto estéril como mineral) desde la cantera hasta la escombrera, tolva de recepción o almacén de mineral según el caso se realizará con camiones Belaz – 540 de 27 t de capacidad de fabricación rusa.

Ancho de la plataforma de trabajo.

El ancho mínimo de la plataforma de trabajo se calcula a partir de la labor independiente de los horizontes de trabajo y de la seguridad de ubicación en estos, de los equipos de transporte minero.

Los elementos que componen la plataforma de trabajo y determinan sus dimensiones son:

$$A = B + C + a \quad (4)$$

Donde:

B = Ancho completo de la roca volada = 15 m

C = Distancia desde el borde inferior de la roca volada hasta el camino de acceso = 2 m

a = Ancho del camino de acceso = 6 m.

Los elementos de la plataforma de trabajo están señalizados en el Anexo 2.

Las rocas estériles que irán saliendo como intercalaciones, zonas cársicas rellenas con arcillas, etc., se reapilarán con el Bulldózer, se carga a los camiones Belaz con el cargador y se envía para la escombrera.

2.5 Trabajos de perforación y voladura. (Ver Anexo 3)

La tecnología de los trabajos de perforación es la siguiente:

- Perforación primaria: Carretilla barrenadora Atlas Copco (10.2 m/hora)
- Barrenación secundaria: Martillo rompedor de EXPLOMAT
- Esquema de barrenación: A tres bolillos con dos hileras

TABLA 2.6 Características de la roca

Roca	Tipo de roca	Densidad	Fortaleza
Caliza organógenas	Fuerte	1.8	10
Variable	-	γ	F

Línea de menor resistencia

$$W = 53 \cdot K_t \cdot d_c \cdot \sqrt{\Delta \cdot \frac{e}{\gamma}} \quad (5)$$

Distancia entre taladros en la fila y entre filas

$$a = m \cdot W \quad (6)$$

Distancia entre el vértice de las filas

$$b = m \cdot W \quad (7)$$

De forma general la red de barrenación será en forma de triángulo con longitudes de 3.5 m en la base y 3.0 m en los vértices o taladros.

Longitud de sobre perforación

Se calcula de acuerdo a las características del macizo y varía de (0.1 – 0.2) W

$$L_s = (0.1 - 0.2) \cdot W \quad (8)$$

Numero de filas

$$N_f = \frac{B}{b} + 1 \quad (9)$$

Magnitud de la carga para cada metro de taladro

$$Q = q \cdot a \cdot W \cdot H \quad (10)$$

Productividad del taladro

$$P_o = b \cdot W \cdot H \cdot Ke \cdot Ka \quad (11)$$

Volumen de roca (in situ) por taladro

$$M = W \cdot b \cdot H \quad (12)$$

Carga de explosivos

Influye fundamentalmente el tipo de explosivo, su densidad y el diámetro de taladro.

Los explosivos que pudieran utilizarse son:

TABLA 2.7 Características de la sustancia explosiva.

Características	Senatel Magnafrag	Amex	Variable
Diámetro (mm)	75	-	dc
Longitud de cartucho (mm)	500	-	Lc
Densidad (g/cm ³)	1.15	1.20	Δ
Coefficiente capacidad de trabajo	0.86	0.86	e
Peso del cartucho	2.5 kg	-	P

- **Senatel Magnafrag**

Peso de la carga de 1 m lineal de taladro:

$$P = 7.85 \cdot dt^2 \cdot \Delta \quad (13)$$

- **Amex**

Peso de la carga de un metro lineal de taladro

$$P = 10 \text{ kg / m}$$

Longitud del taladro

$$L_t = \frac{A + Sp}{\text{sen } \beta} \quad (14)$$

Carga de columna

$$C_c = L_t - A_t - C_f \quad (15)$$

Gasto específico

$$Q_{cc} = \frac{C_c}{M} \quad (16)$$

TABLA 2.8 Parámetros generales de la red de perforación

Parámetro	Valor	UM	Variable
Coeficiente de esponjamiento	1.5	-	Ke
Coeficiente de aprovechamiento de los taladros	0.9	-	Ka
Coeficiente de agrietamiento del macizo	1.0 – 1.2	-	Kt
Línea de menor resistencia	3.0	m	Wp
Altura del escalón	11	m	H
Ancho de la berma de seguridad	3.0	m	-
Diámetro del taladro	0.085	m	dt
Tipo de barrenación	Vertical		β
• ángulo de inclinación	80°	grados	
Distancia entre taladros en la fila	3.5	m	a
Distancia entre fila	3.0	m	b
Longitud del cartucho	0.50	m	Lc
Diámetro del cartucho	0.075	m	dc

Parámetro	Valor		Variable
Longitud del relleno	3.0	m	Lr
Longitud del taladro	11	m	Lt
Ángulo de inclinación del talud	80 ⁰	grados	&
Ancho del fondo del talud	23	m	B
Longitud de sobreperforación	0.6	m	Ls
Número de filas	9	U	Nf
Productividad del taladro	156.0	m ³	P _o
Volumen de roca in situ por barreno	115.5	m ³	M
Coeficiente de aproximación de las cargas	0.9 – 1.1	-	m
Gasto específico	0.45 - 0.70	kg/m ³	q
Carga para cada metro de taladro	14.18	kg	Q
Carga de columna	10	kg/m	C _C
Gasto específico para la carga de columna	0.087	kg/m ³	Q _{cc}
Volumen de roca a extraer	120 000	m ³	V
Volumen de roca a extraer por taladro	115.5	m ³	M

Resumen

Anteriormente se usaba una red de perforación de 4 filas y 7 columnas con 28 taladros respectivamente que representaban 308 m en los cuales se depositaban 420 kg de explosivo Senatel a razón de 6 unidades por cada taladro de los cuales 6 m eran cargados con Senatel el resto relleno con arcilla, esto representaba un valor de 28.5 CUP por cada taladro lo que en el bloque sería 812.25 CUP (Bloque de 30 x 14 m).

Actualmente en un bloque de 30 x 9 m se barrenan 26 taladros en los que se colocan 130 kilos de explosivo, es decir 2 unidades de 2.5 kg cada una por taladro en los 286 m perforados. Esto representa un valor de 247 CUP en lo referente al Senatel y de Amex se utilizan 10 kg por taladro lo que representa un gasto de 260 CUP.

Si comparamos que con la antigua red de 4 filas y 7 columnas se utilizaban 420 kilos de explosivo con un valor de 825.25 CUP y por las características de la red la presencia de rocas sobredimensionadas después de la explosión era un factor que atentaba contra la producción por todos los gastos y pérdidas que esto ocasionaba. Hoy con la nueva red de 3 filas con el vértice intercalado a 3m sólo se barrenan 26 taladros, se utilizan 52 cargas que representan 130 kg de Senatel más 260 kg de Amex, se invierten 507 CUP sin la presencia de rocas sobredimensionadas lo que agiliza el proceso productivo y son mínimas las pérdidas, además de representar un ahorro de 305.25 CUP por bloque explosionado.

2.6 Trabajos de carga.

Ya habíamos visto que la productividad de la cantera sería calculada en función de la demanda de material útil a la planta procesadora o sea 120 000 m³ esponjados.

La carga de material útil se realizará con cargador Volvo de 4 m³ de capacidad a los camiones Belaz 540 de 27 ton de capacidad.

Norma de rendimiento del cargador:

$$N_r = N_{rp} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \quad (17)$$

Donde:

N_{rp} - Norma de rendimiento potencial (1000 m³)

K_1 - Coeficiente de corrección para la limpieza de los accesos (0.97)

K_2 - Coeficiente de corrección para los trabajos de voladura (0.97)

K_3 - Coeficiente de corrección para rocas sobredimensionadas (0.90)

K_4 - Coeficiente que tiene en cuenta la afectación por lluvia (0.90)

Productividad de la cantera por día

$$P_d = \frac{P_a}{D_e} \quad (17)$$

Donde:

P_a : Productividad anual de la cantera (120 000 m³)

D_e : Días efectivos de trabajo (224 días)

Necesidad de equipos de carga

$$N_c = \frac{P_d}{N_r} \quad (18)$$

Donde:

P_d = Productividad diaria (536 m³ / días)

N_r = Norma de rendimiento del cargador por día efectivo de trabajo (1143 m³ x días)

N_c = 0.46 cargadores (o sea 1 cargador que puede utilizar el resto del tiempo en cargar el estéril que pueda existir, o en actividades)

Trabajos auxiliares:

Para los trabajos auxiliares como limpieza de caminos, limpieza del área de trabajo después de cada voladura, preparación del frente de trabajo al equipo de fragmentación secundaria y cargador Volvo, trabajos en las escombreras etc, se utilizará el Bulldózer Komatsu.

2.7 Cálculo del transporte.

La **cantidad de camiones trabajando** se determina por la fórmula:

$$N_{ce} = \frac{P_d}{N_r \cdot Ku \cdot Ki} \quad (18)$$

Donde:

K_U = Coeficiente de utilización de los camiones (1.1)

K_i = Coeficiente de acarreo irregular (0.93)

Cálculo del parque total

$$P_T = \frac{N_{CE}}{K_e} \quad (19)$$

Donde:

N_{CE} : Necesidad de camiones efectivos (2 camiones)

K_E = Coeficiente de explotación del transporte (0.7)

TABLA 2.9 Parámetros de carga y transporte

Parámetro	Valor	UM	Variable
Productividad de la cantera por día (esponjado)	536	m ³	P_d
Necesidad de equipos de carga	1	U	N_c
Cantidad de camiones trabajando	2	U	N_{ce}
Cálculo del parque total	3	U	P_T

2.8 Plan calendario de los trabajos mineros.

Nota: Hemos explicado anteriormente que estamos desarrollando el presente trabajo en un yacimiento que se encuentra en explotación, que trabajaremos en

los próximos 5 años en sectores del yacimiento que están aperturados y desarrollados con reservas suficientemente preparadas y listas para abastecer de material útil a la planta procesadora, por lo que no hemos proyectado destape ni desarrollo minero y los volúmenes de estériles que se extraen, en realidad no son llevados a la escombrera, sino que en el molino son separados de la roca útil y comercializados.

○ **Trabajos de extracción año 2014 (Ver Anexo 4)**

Se desarrollará en el nivel +80 al norte oeste del bloque B-I prácticamente hasta donde fue perforado el pozo P35 próximo al perfil geológico II – II'.

La altura del escalón será de 11 metros, el volumen de mineral a extraer será de 80.8 Mm³ en el macizo. La extracción abarcará una franja de 30 metros

Como puede observarse en el plan calendario este sector se encuentra íntegramente en el bloque C-I.

○ **Trabajos de extracción año 2015 (Ver Anexos 4 y 6)**

Se realizará en el bloque C-I, por el norte el área inicia en la cota 60 del bloque C-I. La extracción abarcará una franja de 29 m de ancho. Por el este la extracción llegará muy próximo al pozo P35, por el este hasta los límites del propio bloque B-I, el frente de extracción tiene forma de herradura limitando al sur por el actual frente de canteras.

En total se extraerán de este bloque 80.8 Mm³ de material útil y con la calidad requerida para ser procesados en la planta de beneficio.

La altura del escalón en esta zona es 11m.

○ **Trabajos de extracción año 2016 (Ver Anexo 7)**

Para este año se prevé extraer del bloque C-I, realizándose la extracción en forma de herradura.

Del bloque C-I se extraerán del horizonte + 80 m el frente de extracción avanzara unos 23 metros y se extenderá por el norte hasta el pozo P34, por el oeste acercándose a los límites de la cota 75.

En el bloque B-II la extracción avanzara unos 23 m por el norte, por el este llegara hasta el pozo P72 y por el este hasta el pozo P34. El volumen a extraer en el bloque B-I es de 53.8 Mm^3 y en el bloque B-II es de 27.0 Mm^3 par un total de 80.8 Mm^3 en el año.

Los trabajos de carga y transporte pudieran alternarse con los de barrenación y voladuras trabajados desde los flancos hacia el centro de la media luna que conforman las extracciones.

○ **Trabajo de extracción año 2017 (Ver Anexos 4, 6 y 7)**

En la parte del horizonte +60 del bloque C-I se continuará avanzando en profundidad en dirección norte noreste manteniendo siempre la forma de herradura, el frente avanzará aquí unos 260 metros hasta las inmediaciones de la cota 77. El ancho la franja será de 36 m

En el horizonte +70 la extracción avanzara hacia el noreste unos 25 m, por la parte sur este llegara hasta el límite del bloque B-I.

El volumen a extraer en el horizonte +60 es de 4000.4 m^3 y en el +70 también será 4000.4 m^3 para un total de 8000.8 m^3

○ **Trabajo de extracción año 2018 (Ver Anexos 4 y 7)**

La extracción se llevara a cabo en los horizontes +75 y +80 del bloque C-I.

Los frentes continuarán avanzando en profundidad, en el horizonte +75 la dirección de extracción será hacia el noroeste hasta donde se encuentra el pozo P35. El ancho del avance será de unos 24 m. En dirección norte se aproximará al pozo P35. La extracción en este escalón será de 45.6 Mm^3 , en el escalón + 70 la

extracción será de 35.4 Mm³ llegando a las proximidades de los pozos P36, P53 y P15, dejando siempre la berma de seguridad la cual es de 23 metros.

Nota: Los trabajos de exploración de explotación solamente consistirán en los taladros que se hagan en cada voladura para conocer el espesor del techo de las cavernas (caso de existir estas), además se tomarán muestras de rajón trimestralmente para hacerles ensayos de laboratorio.

2.9 Parámetros de minería, pérdidas y dilución.

Pérdidas El presente trabajo es un proyecto de actualización para la continuación de la explotación del yacimiento Pilón. Se ha explicado que la explotación se realizará en el nivel +60 y en el +70 dentro del bloque B-I fundamentalmente y un pequeño sector perteneciente al B-II. Se extraerán todas las reservas de cada horizonte en este sector a medida que avance el frente de la cantera sin necesidad de dejar pilares, ni bermas de seguridad ni ningún otro elemento que propicie la necesidad de dejar mineral sin explotar.

Solo estarán las perdidas de mineral por transportación y por trabajos de voladuras.

Planteamos el % de perdidas = 1

Dilución Estamos en presencia de reservas minerales que están aperturadas destapadas y listas para ser extraídas. Aunque en el informe geológico se expone fuertes manifestaciones del carso en algunas zonas, el esquema tecnológico cuenta con un sistema de separación de la arcilla, esta arcilla al ser procesada se separa del material útil (se clasifica) y se comercializa para diferentes usos. El lodo que va hacia las lagunas de sedimentación se extrae de las mismas y también se comercializa para betún y otros usos alternativos. Por tal razón prácticamente no existe la dilución.

No obstante planteamos un mínimo de dilución igual a 0.5 %

2.10 Trabajos en la escombrera.

En el anexo 6 se muestra la ubicación de la escombrera muy próxima a los sectores que se van a explotar. No existe en estos próximos 5 años trabajos planificados de desarrollo minero. Por lo tanto los trabajos de carga y transportación de estéril hacia las escombreras tendrán un carácter muy limitado y se realizarán siempre con el mismo equipamiento que se va a usar para el mineral.

2.11 Medio ambiente.

La Ley 81 de Medio Ambiente tiene como objetivo establecer los principios que rigen la política ambiental y las normas básicas para regular la gestión ambiental del estado y las acciones de los ciudadanos y la sociedad en general a fin de proteger el medio ambiente y contribuir a alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible del país.

El medio ambiente es patrimonio e interés de la nación. El estado ejerce su soberanía sobre el medio ambiente en todo el territorio nacional y en tal sentido tiene el derecho de aprovechar los recursos que lo componen según su política ambiental y de desarrollo.

Es deber del estado, los ciudadanos y la sociedad en general proteger el medio ambiente mediante:

- Su conservación y uso en general
- La lucha sistemática contra las causas que originan su desarrollo
- Las acciones de rehabilitación correspondiente
- El constante incremento de los conocimientos de las relaciones del ser humano la naturaleza y la sociedad

- La reducción y eliminación de las modalidades de producción y consumo ambiental insostenible.
- El fomento de políticas demográficas adecuadas a las condiciones territoriales

Por otra parte el reglamento de ley de Minas (Ley 76) en su Decreto 222 exige:

- a. El plan progresivo de rehabilitación y restauración de las áreas afectadas
- b. Otras exigencias expuestas en la Licencia Ambiental.

Situación actual del área concesionada.

Las principales afectaciones al medio ambiente que en la actualidad se producen pudieran agruparse de la siguiente forma:

- Deforestación de la superficie
- Degradación de los suelos
- Cambio de la topografía del terreno
- Variación de los sistemas ecológicos
- Almacenamiento de desechos sólidos
- Contaminación de la atmósfera con polvo

Plan para la protección y conservación del medio ambiente

1. Se prohíbe la creación de nuevas escombreras
2. Cumplir con lo establecido en el pasaporte de barrenación y voladura aprobado por la Unidad de Medio Ambiente del CITMA de Holguín.
3. En caso de aparición de cavernas comunicarlo de inmediato a la Unidad de Medio Ambiente para su evaluación

4. Mantener periódicamente la limpieza de las lagunas de decantación existente
5. Señalizar todos los límites del área de concesión minera autorizado a explotar
6. Limitar el destape de la capa vegetal exclusivamente a las áreas debajo de las cuales existen reservas de calizas autorizadas a explotar (en este periodo de tiempo no procede)
7. Forestar las áreas minadas una vez terminada la explotación de las reservas de calizas
8. Almacenar en lugares adecuados los equipos en desuso y la chatarra la que finalmente se entregará a su recuperación
9. Ubicar correctamente los desechos industriales como estériles, lodos y facilitar su comercialización
10. Hacer simulacros y ejercicios demostrativos según el plan de liquidación de averías y contingencias existentes.

2.12 Costo de extracción del metro cúbico de rajón, ver Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Costo de la extracción del metro cúbico de rajón

Conceptos de gastos (para 1000 m ³)	Total
Materia prima y materiales	3492.42
Otros gastos directos	3380.05
Gastos de fuerza de trabajo	201.85
Gastos indirectos de producción	302.78
Gastos generales y de administración	102.27
Gastos totales o costos de producción	7479.37

2.13 Organización de los trabajos de mantenimiento.

La entidad que tiene como objeto social la producción y comercialización de los áridos del yacimiento Pilón, cuenta con un taller de mantenimiento automotor e industrial, donde se le brinda servicios de mantenimiento y reparaciones ligeras, tanto al equipamiento minero-automotor como al industrial y de solucionar las averías, roturas e imprevistos que se presenten durante el cumplimiento de las diferentes misiones productivas, tanto a los equipos tecnológicos como los no tecnológicos. A nivel corporativo existe una UEB de mantenimiento diseñada para prestar servicios de mantenimiento y reparaciones medianas y capitales a las diferentes UEB productivas de la Empresa.

CAPITULO 3. SEGURIDAD MINERA

Introducción

En el presente trabajo se proponen medidas de seguridad que servirán de base para llevar a cabo los trabajos previstos en este proyecto que garanticen la integridad física del hombre, su bienestar y la protección del medio ambiente que le rodea.

Análisis de la seguridad, salud y medio ambiente en el trabajo

○ Equipos de protección individual

Son los medios con características protectoras, de entrega gratuita a los trabajadores, de acuerdo a los listados elaborados y aprobados por la entidad, están destinados a la protección de los trabajadores ante los riesgos, trabajos de producción peligrosos y nocivos. Estos equipos son de uso obligatorio e intransferible

Riesgos típicos a proteger en nuestra entidad

- Desgarramiento y laceraciones
- Golpe por caída de objetos
- Contactos eléctricos
- Inhalación de polvo
- Ruido

Es necesario que se tengan controlados los aspectos siguientes:

- Listado de los equipos de protección personal del área, puesto o proceso.
- Normas de consumo

- Registro de entrega
- Advertencia por deterioro o extravío

Su capacidad en:

- Uso
- Cuidado
- Conservación
- Almacenaje

Las entregas de los equipos de protección personal se harán por el área especializada de seguridad, salud y medio ambiente en el trabajo, que es el área con suficientes criterios técnicos para definir cuando un equipo debe ser sustituido por otro.

- **Medios de protección a utilizar en la entidad.**

Cinturón de seguridad y cinturón de labor y fuerza: Se utiliza en las brigadas de mantenimiento especialmente en lugares donde sobrepase de los 3 metros de alturas como en aquellos trabajadores que requieren de grandes esfuerzos físicos.

Casco Industrial: Utilizado en el frente de canteras, así como en actividades donde exista desprendimiento de objetos que puedan golpear la cabeza.

Guante, petos, caretas, mangas y polainas para soldar: Son utilizados para la protección de los soldadores.

Los guantes de trabajo, respiradores contra polvo, muñequeras y botas con casquillo: son utilizados en la producción de bloques, mosaicos y baldosas, así como en otras actividades requeridas.

Al realizar trabajos que sean imprescindibles la utilización de los medios de protección personal, debemos tener en cuenta:

1. Las ropas de trabajo deberán ajustar bien, no tendrán partes flexibles que cuelguen o cordones sueltos.
2. Las personas expuestas al polvo o explosivos tóxicos no usarán ropas que tengan bolsillos o bocamangas que puedan recoger dicho polvo.
3. Cada obrero tendrá su casco individual y no podrá ser usado por otra persona.
4. Todos los trabajadores que ejecuten cualquier operación que pueda poner en peligro sus ojos, dispondrán de protección adecuada para la vista.
5. Cada obrero tendrá sus gafas protectoras individuales
6. Los obreros que trabajen en lugares de ruidos intensos deben usar orejeras, tapones o cascos protectores contra el ruido.
7. Los equipos de protección de los oídos deben ser desinfectados:
8. Los tapones: diariamente
9. Las orejeras y cascos : semanalmente
10. Estos equipos no deben ser transferidos de un usuario a otro.
11. Cuando los equipos para la protección de los oídos no se usen, deben ser conservados en lugares cerrados protegiéndolos contra la contaminación por aceite, grasa u otras sustancias.
12. Los delantales para los trabajadores expuestos a humedad serán confeccionados de caucho o de material a prueba de agua y además tendrán petos.

13. Los cinturones de seguridad y sus arneses serán confeccionados de cuero fuerte u otro material apropiado.
14. Todos los cinturones y sus herrajes serán examinados a intervalos frecuentes y aquellos defectuosos serán reemplazados.
15. Cuando se seleccionen guantes se tomarán en consideración los riesgos a los cuales el trabajador puede estar expuesto.
16. No usarán guante los tragadores que operen taladros u otras maquinas en las cuales puedan ser atrapados por partes en movimiento.
17. Los guantes y mangas para los trabajadores ocupados en trabajos eléctricos serán confeccionados de caucho u otro material apropiados conforme a las normas de resistencia aceptadas por el MTSS.
18. Las polainas de seguridad para aquellos trabajadores expuestos a chispas grandes están confeccionados de cuero u otro material de suficiente dureza.
19. Las botas de seguridad tendrán punteras de otro material conforme a las normas de resistencia aceptadas por el MTSS y el Ministerio de Salud Publica
20. Todos los equipos protectores del sistema respiratorio serán de un tipo apropiado para las condiciones en las cuales tienen que usarse.
21. Al seleccionar equipos protectores del sistema respiratorio se tomaran en cuenta las siguientes condiciones.
 - El procedimiento y condiciones que originan la exposición
 - Las propiedades químicas, físicas, toxicas u otras propiedades de las sustancias de las cuales se requiere la protección.
 - La naturaleza de las labores que ejecute el trabajador que va a usar el equipo e impedimento de movimiento de la zona de trabajo.

- Las facilidades para la conservación, mantenimiento y vigilancia del uso

Materiales y herramientas de trabajo

1. Las herramientas manuales deben ser utilizadas para los fines que fueron diseñados.
2. Utilizar las herramientas en perfecto estado técnico.
3. Se dispondrán de gabinetes o estantes adecuados y convenientemente situados en los bancos o en las maquinas para las herramientas en usos
4. Las herramientas eléctricas portátiles cuando sean utilizadas tendrán conexión a tierra.
5. Las herramientas manuales se acomodarán en lugares adecuados, no se colocaran provisionalmente en escaleras o lugares elevados que puedan afectar a los trabajadores (caerse desde alturas).
6. Las tomas corrientes se instalarán fijos a distancias convenientes a fin de evitar conexiones largas.
7. Queda terminantemente prohibido la práctica de cruzar con la presión de las herramientas de trabajo del equipo neumático portátil en lugar de quitarle a mano.
8. Se prohíbe el uso de herramientas en mal estado que puedan producir accidentes.
9. Los operarios serán instruidos y adiestrados en el empleo de las herramientas de mano con toda seguridad.

INCENDIOS

Plan en caso de ocurrencia de incendios:

Para darle cumplimiento a las actividades organizativas y materiales de fuerzas y medios para prevenir o extinguir cualquier tipo de incendio que ocurra en alguna de las unidades empresariales de nuestra entidad nos hemos propuesto lo siguiente:

1. Tener organizada y capacitada las brigadas contra incendios.
2. Los jefes de brigadas serán los máximos responsables de capacitar el resto del personal.
3. Todos los puntos contra incendios deberán estar debidamente habilitados con:
 - ✓ Picos
 - ✓ Palas
 - ✓ Tanque con arena
 - ✓ Cubos
 - ✓ Sogas
 - ✓ Mandarrias
 - ✓ Barretas

Además se deben situar aquellos extintores que se utilizan para todos los tipos de fuegos, ejemplo el polvo químico seco, con el objetivo de evitar equivocaciones al respecto, la misión fundamental en este aspecto es tener bien definidas las acciones correspondientes a la seguridad que abarcaran diseños, orden y limpieza de los locales, control de riesgos de incendios, la capacitación e instrucción del

personal, el plan de evacuación, teniendo siempre en cuenta la peligrosidad que abarca la entidad.

- ✓ Supervisión periódica a todas las instalaciones eléctricas, así como motores, pizarras generales, transformadores generales de distribución.
- ✓ No realizar fuegos abiertos cerca de líneas eléctricas ni en áreas de combustible.
- ✓ Mantener señalizado todo tipo de corriente para el uso racional.
- ✓ Mantener interruptores y toma corrientes en perfecto estado técnico.
- ✓ Para realizar cualquier tipo de trabajo se precisará de un personal calificado y autorizado para estos fines
- ✓ Mantener aislamiento a todos los tipos de pizarras y accesorios eléctricos.

Procedimiento de operaciones para actividades peligrosas.

Los estudios e investigaciones realizados en relación con las explotaciones de yacimientos de canteras han permitido conocer que en dichas actividades existen condiciones que pueden causar accidentes, por lo que es conveniente dictar regulaciones que teniendo en cuenta los procesos de trabajo correspondientes y sus riesgos contribuyen a eliminar los peligros para los trabajadores, sirvan de guía eficaz para la inspección del trabajo y favorezcan la conservación de los equipos y demás medios empleados.

El objeto de este capítulo es establecer requisitos de seguridad y reglas técnicas para las explotaciones que se realizan a cielo abierto, con el propósito fundamental de prevenir los accidentes que puedan ocurrir en estas actividades.

Medidas generales

- La explotación del yacimiento debe ser realizada teniendo en cuenta las soluciones del presente Proyecto de Explotación Actualizado para el período 20014-2019 y además, deberá tener como elemento de apoyo o de consulta el Plan Anual de Minería correspondiente, el Informe Geológico, el Balance Anual de Reservas Geológicas Actualizado y el levantamiento topográfico de la cantera.
- Todo trabajador que ingrese a laborar en la cantera deberá recibir un curso o seminario sobre las técnicas de seguridad.
- Sólo se permitirá operar los equipos mineros y de transporte al personal que recibió el mencionado curso.
- El Jefe de Brigada de Cantera o Jefe de Turno no permitirá la ejecución de los trabajos en la cantera si detecta alguna violación de las medidas de seguridad, para lo cual deberá revisar cada puesto de trabajo antes de comenzar el trabajo y durante el tiempo del turno.
- Cada trabajador antes de comenzar a trabajar debe cerciorarse de la seguridad de su puesto de trabajo. Si detectara alguna deficiencia y que él mismo no pudiera resolver, debe comunicárselo a su jefe inmediato sin comenzar a trabajar.

Medidas de seguridad en los trabajos de destape, arranque y carga del mineral útil.

En la actividad de destape, arranque y carga intervienen el bulldózer, la grúa Hitachi (o cargador Volvo), los cuales deben cumplir con las medidas de seguridad siguiente:

Bulldózer:

- No se permitirá acercarse al Bulldózer cuando este tenga el motor en funcionamiento.
- Para el mantenimiento, lubricación u otro tipo de trabajo mecánico, debe estar ubicado en una plazoleta horizontal y con el motor apagado. En caso que ocurra una rotura, estando este en una pendiente y que no pueda trasladarse para un plano horizontal, deberán tomarse todas las medidas de seguridad para evitar el corrimiento o marcha por su propio peso.
- Se prohíbe dejar el bulldózer trabajando con la cuchilla levantada.
- Durante su labor se prohíbe el trabajo del mismo transversalmente a la pendiente.
- Para revisar la cuchilla desde una posición por debajo de ella, esta deberá estar apoyada sobre una base sólida y el motor apagado. Se prohíbe situarse debajo de la cuchilla sin estar apoyada.
- Los valores máximos del talud de las zonas de trabajos o frente de destape, durante el trabajo del Bulldózer no debe exceder en subida los 25°.

Cargador Volvo

- Antes de poner en marcha el equipo, es necesario cerciorarse que en la dirección del movimiento no se encuentren personas ni objetos. Para mayor seguridad de los trabajadores y equipos aledaños al lugar, deberá utilizarse la señal sonora del equipo.
- El cubo del cargador deberá permanecer en el piso cuando no esté trabajando o durante una parada larga.
- Deberá trabajar en una superficie lo más plana posible, sin grandes baches ni montículos.

- De realizar el arranque directamente del frente de trabajo, la altura máxima del frente no deberá sobrepasar la altura máxima del cubo levantado.
- Durante el llenado el cubo, la velocidad de movimiento no deberá ser mayor de 4 Km. /hora. Después de llenado el cubo, el movimiento del cargador hacia el camión, no deberá exceder la velocidad de 11 Km. /hora.
- Se permite el trabajo nocturno solamente cuando la iluminación del equipo esté en perfecto estado.
- Durante los trabajos de mantenimiento o revisión técnica debajo del equipo, se deberá desconectar el motor.
- Se prohíbe categóricamente situarse o pasar por debajo del cubo del cargador.

Camiones de volteo

- Se prohíbe que un camión adelante a otro en los caminos de la cantera.
- Los camiones de volteo deberán estar en buen estado técnico, tener los espejos retrovisores, alumbrado y señales sonoras en buen estado.
- En el momento de la carga del mineral útil mediante el cargador Volvo, tiene que cumplirse las siguientes medidas:
 - 1) El camión que espera para ser cargado debe estar fuera del radio de acción del cargador y se situará en la zona de carga, solo después de recibida la señal sonora del operador del cargador.
 - 2) La carga del camión debe realizarse por la parte lateral o trasera de la cama del camión. El movimiento del cubo del cargador por encima de la cabina del camión no se permite.
 - 3) Para retirarse del lugar de carga, el chofer del camión deberá esperar la señal sonora del operador del cargador.

- 4) El camión a cargar debe estar colocado en el radio de visibilidad del operador del cargador.
 - 5) La cabina del camión debe estar protegida con una visera de protección. En caso de que el camión no posea esta visera, el chofer está en la obligación de salir del equipo y situarse fuera del radio de acción del cargador hasta que termine la operación de carga del camión.
- Durante el trabajo del camión en la cantera se prohíbe:
 - 1) El movimiento en retroceso hacia el lugar de la carga a una distancia mayor de 30 m (se excluye el caso de construcción de trincheras).
 - 2) El movimiento del camión con la cama levantada.
 - 3) Transportar personal en la cabina (si es monoplaza) o en cualquier otro lugar como estribos, cama, guardafangos, etc. En caso de que la cabina permita transportar a alguien más, se hará de acuerdo a lo establecido por las regulaciones de tránsito de la PNR.
 - 4) Poner en marcha el motor aprovechando el movimiento del camión hacia abajo.
 - 5) En todos los casos de marcha atrás del camión, debe estar conectada la señal acústica continua.
 - 6) La plazoleta de carga y descarga de los camiones deben ser horizontales, se admite una elevación no mayor de 0.01 % de pendiente.

Medidas al transportar explosivos dentro de las explotaciones

- ✓ Acatar rigurosamente las disposiciones establecidas por los reglamentos vigentes
- ✓ Asegurarse de que todo vehículo destinado a transportar explosivos reúna las condiciones exigidas por el organismo competente.

- ✓ Verificar el buen funcionamiento del vehículo y que el mismo posea furgón cerrado
- ✓ Llevar en los vehículos extintores contra incendios en lugares apropiados y de fácil acceso debiendo conocer obligatoriamente el chofer su forma de uso.
- ✓ Tener apagado el motor del vehículo durante las operaciones de carga y descarga de explosivos
- ✓ Verificar que la plataforma del vehículo sea compacta, sin huecos ni fisuras.
- ✓ Efectuar la carga y descarga de explosivos durante las horas del día y nunca durante tormentas eléctricas.
- ✓ Durante la carga y descarga de explosivos solo podrán permanecer en las inmediaciones el personal autorizado para tal efecto, prohibiéndose cualquier otra actividad en un radio de 50 m.
- ✓ Nunca transportar conjuntamente con explosivos materiales metálicos, combustible o corrosivos.
- ✓ No permitir fumar en el vehículo ni la presencia en él de personas no autorizadas e innecesarias.
- ✓ Prohibir abrir las cajas que contienen explosivos sobre las plataformas del vehículo o en áreas de descarga, sin antes haber terminado esta.
- ✓ No transportar los accesorios de voladuras conjuntamente con los explosivos. El cordón detonante se considera incluido dentro de los explosivos industriales.
- ✓ Transportar los explosivos en sus cajas y embalajes de origen en útiles preparados para tal fin.
- ✓ Nombrar a una persona responsable del movimiento y expedición de explosivos y accesorios.

- ✓ En las descargas no golpear los explosivos, detonadores, cordones detonantes etc.
- ✓ Distribuir los explosivos a utilizar en la voladura y evitar la creación de pilas con grandes cantidades.
- ✓ Usar itinerarios de transporte con poco movimiento.
- ✓ Vigilar la zona de carga de explosivo hasta su colocación en los taladros y conexión de la carga.
- ✓ Cuando se utilice la transportación de explosivos, esta debe hacerse con custodios aprobados por el MININT.
- ✓ Los vehiculaos que vallan a realizar la transportación deben ser sometidos a una inspección técnica antes de la partida, con el fin de detectar cualquier desperfecto mecánico que pueda tener.
- ✓ No se debe transportar explosivos en camiones que tengan los tubos de escapes pegados a la cama, o sin apaga chispas.
- ✓ No se podrá efectuar ningún traslado de explosivos fuera del área de la cantera.
- ✓ Queda prohibida la transportación de explosivos y medios en los bolsillos.

Medidas al almacenar explosivos.

- ✓ Almacenar siempre explosivos en los polvorines que se ajusten a las características y requerimientos de las normas legales y reglamentos vigentes.
- ✓ Guardar los explosivos en polvorines limpios, secos, ventilados, sólidamente contruidos y resistentes al fuego.
- ✓ Siempre utilizar o despachar los productos de mayor antigüedad o lo que es lo mismo, en el orden de entrada al polvorín.

- ✓ Los explosivos y medios de explosión no deben estar a la intemperie sin cubrir y mucho menos expuestos a los rayos del sol.
- ✓ Almacenar los productos del mismo tipo y clase de manera que sea fácil identificarlo. Esto simplificará el recuento, la revisión y control de antigüedad de los explosivos.
- ✓ Tener especial cuidado con cajas defectuosas o embalajes rotos. Deben ser colocados separadamente dentro del polvorín.
- ✓ Ubicar los polvorines en lugares aislados, estratégicos y respetando las normativas vigentes en cuanto a distancias de seguridad.
- ✓ Consultar al fabricante cuando alguna sustancia líquida de los explosivos deteriorados haya escurrido al piso del polvorín. Eventualmente, limpiar el suelo con disolventes o soluciones y materiales apropiados.
- ✓ Si se requiere iluminación artificial, emplear lámparas de seguridad.
- ✓ No abrir o embasar cajas de explosivos dentro del polvorín.
- ✓ Si aparecen goteras en el techo o paredes del polvorín proceder a su reparación de inmediato.
- ✓ No dejar explosivos sueltos o cajas de explosivos abiertas dentro del polvorín.
- ✓ No almacenar detonadores y otros accesorios de iniciación con explosivos en un mismo lugar o polvorín.
- ✓ No almacenar el cordón detonante junto con detonadores eléctricos.
- ✓ No guardar en el polvorín ningún metal que pueda producir chispas, ni herramientas hechas de tales metales.
- ✓ No almacenar con explosivos aceites, gasolina o disolventes.

- ✓ No fumar ni llevar fósforos, fosforeras o encendedores dentro del polvorín.
- ✓ Señalizar adecuadamente las instalaciones y los vehículos destinados al almacenamiento y transporte de explosivos.

Manipulación de explosivos.

- ✓ Periódicamente cada dos años deben de comprobarse los conocimientos de la manipulación de explosivos sobre las normas de seguridad (recalificar al personal)
- ✓ El personal que manipula los explosivos no podrá llevar fósforos, fosforeras ni cigarros.
- ✓ Todo personal que manipule explosivos debe pasar chequeos médicos para determinar si esta acto física y mentalmente para este trabajo.
- ✓ Los explosivos y medios de explosión no se colocarán cerca o debajo de líneas de tendidos eléctricos o donde puedan producir chispas, solo se situarán cerca de los alambres que van a ser energizados en el momento de la voladura.
- ✓ Queda prohibido manipular la carga de explosivos y medios con rudeza, descuidadamente, tirarlos o golpearlos.
- ✓ Las cajas de explosivos se colocarán de forma que los cartuchos queden organizados horizontalmente.
- ✓ Las cajas de madera solo se abrirán con cuñas de madera o metal que no produzcan chispas (cobre; bronce) no se pueden sacar las cápsulas detonantes de sus cajas insertando en ellas clavos, alambres o instrumentos afilados.
- ✓ No se manipularán explosivos y medios de explosión a menos de 30 m de equipos que se encuentren trabajando.

- ✓ Queda prohibido fumar durante la manipulación de explosivos o medios de explosión.
- ✓ Los envases de cartón, papel etc. que hallan contenido explosivos tienen que ser destruidos mediante el fuego. No se pueden construir hogueras a menos de 100 m de distancia de los lugares donde se estén manipulando explosivos.

Utilización de los explosivos.

- ✓ El artillero es responsable directo de la ejecución de cada voladura a el encomendada y de la seguridad general del personal, equipos, instalaciones y edificaciones en todo el trabajo que se realice con explosivos en el área de peligrosidad.
- ✓ Se considera como área de peligrosidad la del círculo cuyo centro es la voladura y tiene un radio igual a 300 m.
- ✓ El artillero esta facultado y debe aumentar el radio de seguridad en aquellas voladuras que el considere lo requieran por su peligrosidad.
- ✓ El artillero es el responsable de la utilización o inutilización del explosivo solicitado.
- ✓ Todo trabajador de una cantera, durante los trabajos con explosivos, deberá tener pleno conocimiento de las reglas de seguridad, tanto generales como específicas
- ✓ Todo trabajador que realice funciones directamente con explosivos deberá usar cascos y botas.
- ✓ El artillero tiene toda autoridad después de sus inmediatos superiores para tomar cualquier decisión o medida de seguridad sobre cualquier trabajador, puesto de trabajo, equipo etc. si así lo considerara.

- ✓ Todas las canteras estarán cercadas a 300 m de distancia del área que ha sido considerada como de explotación. En la cerca, cada 50 m, se colocarán carteles que puedan ser vistos desde el exterior. Los carteles consistirán en tablas o planchas de 1 m de superficie, donde en letras negras de 0.1 m de alto, sobre fondo amarillo, que dirá lo siguiente:

ATENCIÓN

ZONA DE PELIGRO DE VOLADURAS AL OIR EL SILVATO ALEJESE INMEDIATAMENTE. “NO PASE”

- ✓ En todos los caminos de acceso al sitio donde se realizará la voladura se colocarán reguladores de tránsito y se cerrarán aquellos mediante una soga, a partir del momento en que el artillero de la señal convenida.
- ✓ Para comprobar detonadores eléctricos mediante voladuras se tomarán las mismas medidas de seguridad que en caso de voladuras con explosivos.
- ✓ Solo se realizará otro tipo de comprobación de detonadores eléctricos mediante los instrumentos apropiados.
- ✓ Los instrumentos eléctricos de medición y explosión deben ser comprobados todos los años.
- ✓ Toda persona que advierta explosivos o restos de estos sin detonar, total o parcialmente, deberá avisar al artillero después de alejarse prudentemente, e impedirá que alguien se acerque.
- ✓ En caso de voladuras fallidas no se revisarán las cargas hasta después de transcurridos 15 minutos de efectuada la voladura o su intento.
- ✓ Con explosivos compuestos por nitrato de amonio y petróleo (ANFO), una vez mezclado en la cantera, se observarán las mismas medidas de seguridad que para cualquier tipo de explosivo.

Para la destrucción de sobrantes

- ✓ Los explosivos por combustión.
- ✓ El ANFO se disolverá en agua.
- ✓ Las cápsulas detonantes en grupos no mayores de 25 capsulas, se colocaran en arena, se fijara un detonador y se encenderá la mecha.
- ✓ El cordón detonante se destruirá con carga externa, nunca más de 250 m de largo también se puede incinerar.
- ✓ La mecha se quemará al aire libre.
- ✓ Mientras dura la combustión del explosivo se prohíbe terminantemente añadir más explosivos.
- ✓ Se limpiará de rocas la boca de los pozos abiertos para colocar las cargas y se taponaran convenientemente. Queda prohibido retirar el tapón hasta tanto se valla a realizar la operación de carga.
- ✓ Para el atraque de los taladros verticales solamente se utilizará arena o polvo de piedra, con un diámetro de partículas no mayor de 6 mm. Se puede empleará agua como atraque si el tipo de explosivo lo permite.
- ✓ En los taladros horizontales de las voladuras primarias la longitud del atraque será igual a un tercio de la profundidad del taladro, como máximo 4 m y como mínimo 1 m.
- ✓ En los taladros horizontales de las voladuras primarias la longitud del atraque será igual o mayor que la distancia desde el taladro hasta la superficie libre del escalón
- ✓ Durante la carga y atraque de los taladros deberá procederse lentamente, para evitar que se produzcan corrientes estáticas debido a la fricción.

- ✓ Se prohíbe cargar los taladros desviados que salgan al exterior del frente en su talud.
- ✓ Al barrenar las rocas sobre medidas, el operador deberá asegurarse de que se encuentra en una posición estable, firme y segura.
- ✓ Siempre que se valla a barrenar rocas voladas, debe limpiarse antes con aire a presión toda la zona alrededor de donde se valla a realizar el taladro.
- ✓ Las cargas externas deberán estar cubiertas siempre con fango suficientemente plástico para cubrir todo el largo con su espesor de unos 5 cm.

Medidas en el área de la voladura

- ✓ Limpiar el área de voladura retirando las rocas sueltas, la maleza, los metales u otros materiales.
- ✓ Delimitar con estacas o banderines de colores llamativos las zonas a volar e impedir el paso de maquinarias sobre las mismas.
- ✓ A la entrada del relevo anunciar al personal de operación de la realización de voladuras ese día.
- ✓ Impedir el acceso a la zona señalizada y al personal ajeno a las labores de manipulación de explosivos.
- ✓ Reducir al máximo el equipo de personal de carga y nombrar a un representante y supervisor de los trabajos.
- ✓ Señalizar correctamente la ubicación de todos los taladros.
- ✓ Las voladuras se realizarán durante las horas de receso laboral.
- ✓ Los cebos y las mechas serán preparados directamente por el artillero lejos del lugar donde están depositados los explosivos, o mediante sus indicaciones.

- ✓ Queda terminantemente prohibido encender mechas en la proximidad de capsulas detonantes y otros explosivos.
- ✓ Se utilizarán cápsulas detonantes que permitan realizar la operación de forma fácil y sencilla, sin grandes esfuerzos aun cuando se trate de un gran número de cápsulas.
- ✓ Se prohíbe usar detonadores eléctricos de distintas marcas en un mismo circuito.
- ✓ La comprobación de todo circuito se hará después de haberse retirado del lugar todo el personal y los equipos.
- ✓ Se prohíbe usar detonadores eléctricos cuyos alambres conductores estén dañados.
- ✓ Se prohíbe tirar de los cables conductores de un detonador eléctrico.
- ✓ Los extremos de los cables de los detonadores no se podrán cortar a menos de 50 cm. del detonador y esto por separado cada cable.
- ✓ Cuando se aproxime una tormenta eléctrica no se podrán hacer conexiones o carga de los taladros.
- ✓ Si la tempestad eléctrica se desarrollase una vez cargado y conectado el circuito, todo el personal se pondrá a buena distancia de seguridad mientras dure la tormenta. Los extremos de los cables deberán cubrirse y unirse con cinta aislante.
- ✓ Para el encendido eléctrico de un circuito solo se usaran los medios e instrumentos construidos para ese propósito (explosores). Se prohíbe encender circuitos eléctricos con baterías de acumulador, plantas eléctricas, líneas eléctricas de la red comercial, y en general corriente alterna o corriente generada por dinamos.

- ✓ El explosor podrá ser utilizado solamente por el artillero.
- ✓ Los cables principales se conectarán al explosor al momento de producirse la voladura.

Medidas generales en la perforación de taladros.

Antes de iniciar los trabajos de perforación en un área determinada se deberán de comprobar los siguientes aspectos.

- ✓ Que el terreno esté en condiciones para trasladar con seguridad el equipo, en caso contrario, se debe proceder a la preparación del mismo con las maquinas auxiliares disponibles (bulldózer, cargadores etc.)
- ✓ Condiciones de estabilidad de los taludes cercanos al área de trabajo.
- ✓ Utilización adecuada de los sistemas de captación de polvo de los equipos.
- ✓ Durante las maniobras, colocación de los ayudantes en puntos visibles por maquinistas.
- ✓ Sustitución de los elementos de perforación desgastados.
- ✓ Utilización del material de seguridad personal adecuado, cascos, botas etc.
- ✓ Efectuar el accionamiento de los mandos desde posiciones seguras.
- ✓ Tomar precauciones al tocar el varillaje y los manguitos recién utilizados, pues se corre el riesgo de quemaduras.
- ✓ Retirar los equipos a un lugar seguro durante la ejecución de las voladuras.
- ✓ Efectuar los desplazamientos de largo recorrido con el mástil bajado.
- ✓ En las maniobras entre los taladros, auxiliarse de un ayudante para:

Controlar la situación de los cables eléctricos de alimentación.

Evitar que se pase por encima de los taladros perforados.

Impedir que la máquina se aproxime a los bordes de los taludes o pies de bancos inestables.

Anotar los valores indicados por los controles durante la perforación.

Asegurarse cuando se meta o se saque una barrena del carrusel que este bien orientada.

Observar durante el trabajo el descanso de la cabeza de rotación

Controlar el desgaste de los triconos, estabilizadores y brocas de los martillos en fondo.

Situar los equipos a una distancia adecuada durante la realización de las pegas.

Legislación sobre seguridad y medio ambiente.

- ✓ Ley No 49 Código del trabajo Capítulo. VII Protección e higiene del trabajo
- ✓ Ley No 13 seguridad e higiene del trabajo
- ✓ Resolución 12/98 Para la aplicación de la política laboral y salarial en entidades que aplican el perfeccionamiento empresarial. Capítulo XIV. La seguridad social y medio ambiente en el trabajo.
- ✓ Ley de medio ambiente, Ley 81.
- ✓ Además de cuantas otras disposiciones o resoluciones que se emitan por los organismos competentes y que no entren en contradicción con las anteriores.

CONCLUSIONES

1. Se realizó la actualización del proyecto de explotación de la Cantera “Pilón” para extraer las reservas de componente útil con el mínimo de recursos y la calidad requerida, en el quinquenio 2014-2019.
2. Con los cálculos realizados para los diferentes procesos tecnológicos en el periodo de explotación proyectado se obtiene un ahorro por cada bloque de 305,25 CUP.
3. La aparición de grandes cavernas en el Horizonte +60 representaría un gran peligro para los trabajos de perforación y voladura, por lo que en estas circunstancias la explotación tendría que alternarse con el Horizonte +50.

RECOMENDACIONES

1. Aumentar las capacidades instaladas y aprovechar mejor las existentes como respuesta necesaria a las demandas de áridos para la construcción en el territorio.
2. Someter a aprobación de la Dirección de Producción de la Entidad cualquier cambio en la secuencia de explotación del yacimiento diseñada en este proyecto.
3. Limitar la exploración de las reservas minerales yacente en los bloques B-I y B-II para que sean procesadas solo las que tienen asegurada su comercialización conocida a través de la realización de un previo estudio de mercado
4. Se recomienda a la UEB que le solicite a la Empresa Materiales Holguín la adquisición de nuevos equipos o remotorizar el parque existente, especialmente los camiones BELAZ y el BULLDOZER KOMATZU.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cartaya, P. M, 2008: Tecnología de explotación de los yacimientos.
2. Colectivo de autores, 1979. Informe final sobre la exploración adicional en el yacimiento de calizas Pílon Santiago de Cuba.
3. Colectivo de autores, 2007. Balance Nacional de Reservas y Recursos.
4. EXSA. Manual práctico de voladura.
5. Herrera H. J, 2007. Diseño de explotaciones de canteras.
6. Herrera H. J, 2006. Métodos de minería a cielo abierto. Explotaciones de canteras para áridos.
7. López Jimeno, E et al.: Manual de perforación y voladuras de rocas. Instituto tecnológico geominero de España. Serie: tecnología y seguridad minera, Madrid, 1994.
8. López Jimeno, E et al.: Manual de perforación y voladuras de rocas. Instituto tecnológico geominero de España. Madrid, 2003.
9. Ley 76. Ley de Minas con su reglamento y manual de procedimientos.
10. Ley 82. Ley de medio Ambiente
11. Otaño, J., 1998. Fragmentación de rocas con explosivos.
12. Pedro Alexandre, A. M.: Metodología para el diseño de las voladuras en las canteras de áridos. Tesis Doctoral. ISMMANJ, 2006
13. ULAEX S.A. Unión Latinoamericana de Explosivos, S.A. Editorial SI-MAR S.A, Sevilla, 1999.
14. V. Dorykin & I. Redko, 1976. Proyecto de explotación del yacimiento Cerro de Yabazón.