

Especialidad - Minas

*Trabajo de Diploma en opción al título
de Ingeniero en Minas*

**DIAGNÓSTICO INTEGRAL DE LA CANTERA
DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN
MARAVÍ DE LA PROVINCIA GUANTÁNAMO**

Autor: Amalia Sánchez Arocha

Curso: 2018-2019

“Año 61 de la Revolución”

Especialidad – Minas

*Trabajo de Diploma en opción al
título de Ingeniero en Minas*

**DIAGNÓSTICO INTEGRAL DE LA CANTERA
DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN
MARAVÍ DE LA PROVINCIA GUANTÁNAMO**

Autor: Amalia Sánchez Arocha

Tutor: Dr. C. Julio Montero Matos

Curso: 2018-2019

“Año 61 de la Revolución”

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yo: Amalia Sánchez Arocha

Autor de este Trabajo de Diploma y el tutor Dr.C. Julio Montero Matos certificamos la propiedad intelectual a favor de la Universidad de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, hacer uso del mismo en la finalidad que estime conveniente.

Diplomante: Amalia Sánchez Arocha

Tutor: Dr. C. Julio Montero Matos

DEDICATORIA

- ❖ A mi madre Dalia Arocha de la que siempre estaré orgullosa, que ha sido mi mayor inspiración.
- ❖ A mi novio Leober Rosan quien me apoyó en todo momento y que con su comprensión me dio confianza y aliento para cumplir este sueño.
- ❖ A todos aquellos que de una forma u otra contribuyeron a la realización de este trabajo.
- ❖ En especial a mi niño querido q fue quien me motivo a seguir luchando

AGRADECIMIENTOS

- ❖ A la Revolución por permitirme estudiar y convertirme en un profesional revolucionario.
- ❖ A mi madre Dalia Arocha por darme su apoyo incondicional.
- ❖ A mi novio Leober Rosa que en las buenas y en las malas siempre ha estado junto a mí.
- ❖ A mis compañeros de aula por tantos momentos buenos y malos que hemos pasado juntos durante estos cinco años.
- ❖ Agradecer a mi tutor Dr. C. Julio Montero Matos por los conocimientos que me aportó y la preocupación mostrada durante la realización de mi trabajo de Diploma.
- ❖ A mis suegros Mairis Borges y Leuber Rosa por toda su preocupación hacia mí durante este tiempo.
- ❖ Agradecer a todos mis profesores por trasmitirme los conocimientos que sin ellos no habría podido lograr mis sueños.
- ❖ En especial a mi niño Leober Rosa

RESUMEN

En Cuba la explotación de canteras de materiales para la construcción es de vital importancia debido al aumento de la demanda de estos materiales ya sea para obras públicas o de otro tipo. Es por esto que para nuestro país es necesario que se realicen investigaciones con el fin de buscar mejorías en este sector. Este trabajo tiene como objetivo general realizar una Evaluación Integral de la cantera Maraví, ubicada en la provincia Guantánamo con el fin de analizar los parámetros característicos de la técnica minera, los aspectos medioambientales, de seguridad, económica y social. Para ello, se aplicó la Matriz de Evaluación Integral de canteras (mEIC), que permite comprobar el grado de implementación de las técnicas disponibles para los aspectos evaluados y diseñar mejoras tecnológicas que contribuyan a elevar la eficiencia y calidad de las producciones mineras y disminuir los impactos ambientales negativos. Para la aplicación del diagnóstico tecnológico en dicha cantera fue necesario identificar las variables y los indicadores que componen la mEIC. Para esto fueron seleccionados por un grupo de expertos un total de 21 variables y 149 indicadores. Los valores obtenidos de cada variable permitieron obtener el valor final del índice mEIC (46.67 lo cual evalúa a la cantera de REGULAR.

Palabras claves: Diagnóstico tecnológico, cantera, áridos, variables, indicadores.

ABSTRACT

In Cuba, the exploitation of quarries for building materials is of vital importance due to the increased demand for these materials, whether for public or other works. That is why for our country it is necessary to carry out research in order to seek improvements in this sector. The main objective of this work is to carry out an Integral Evaluation of the Maraví quarry, located in the Guantánamo province, in order to analyze the characteristic parameters of the mining technique, the environmental, safety, economic and social aspects. For this, the integral quarry evaluation matrix (mEIC) was applied, which allows to verify the degree of implementation of the techniques available for the evaluated aspects and to design technological improvements that contribute to increase the efficiency and quality of mining productions and reduce the impacts negative environmental. For the application of the technological diagnosis in said quarry it was necessary to identify the variables and indicators that make up the mEIC. For this, a total of 21 variables and 149 indicators were selected by a group of experts. The values obtained from each variable allowed to obtain the final value of the mEIC index (46.67 which evaluates the quarry of REGULATE).

Key words: Technological diagnosis, quarry, aggregates, variables, indicators.

ÍNDICE

CAPITULO I FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.1 Antecedentes de la investigación.....	6
1.2 Diagnóstico tecnológico.....	9
1.3 Aplicación de la matriz de Evaluación Integral de Canteras de Áridos (mEIC).....	10
1.4 Documentos legales que amparan la investigación	10
1.5 Características generales del yacimiento Maraví.....	12
1.5.1 Ubicación geográfica	13
1.5.2 Geología.....	14
1.5.3 Tectónica.....	16
1.5.4 Hidrogeología del yacimiento.....	16
1.5.5 Características Geotécnicas del Macizo Rocoso	17
1.5.6 Condiciones para la Estimación de los Recursos/Reservas.....	18
1.5.7 Investigaciones Tecnológicas Realizadas.....	18
CAPÍTULO II. ETAPAS METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGCIÓN	20
2.1 Descripción del método utilizado	21
2.2 Evaluación de las variables e indicadores	22
CAPITULO III APLICACIÓN DE LA mEIC EN LA CANTERA DE ÁRIDOS MARAVÍ.....	28
3.1 Descripción de los aspectos evaluados en la cantera.....	28
3.1.1 Aspecto técnico.....	28
3.1.2 Aspecto medioambiental	34
3.1.3 Aspecto seguridad	35
3.1.4 Aspecto económico.....	35
3.1.5 Aspecto social.....	36
3.2 Aplicación y selección de las variables e indicadores de la mEIC en la cantera Maraví.	36
3.3 Cálculo de la mEIC para el yacimiento Maraví.....	42
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFIA	60
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas Lambert	13
Tabla 2. Evaluación de cada variable y sus indicadores en la mEIC	23
Tabla 3. Recorrido horizontal de la mEIC	24
Tabla 4. Recorrido vertical de la mEIC	24
Tabla 5. Resultados globales e Índice mEIC	27
Tabla 6. Variables e indicadores	42
Tabla 7. Resultado del recorrido vertical de las variables.....	55
Tabla 8. Resultados de la cantera evaluada	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista satelital yacimiento Maraví. Tomado de informe de Ceproníquel, 2018.....	14
Figura 2. Importancia de los aspectos de evaluación a partir del análisis de la matriz (mEIC).....	25
Figura 3. Sistema de explotación	28
Figura 4. Voladura cerca de la planta de beneficio.....	31
Figura 5. Planta de procesamiento.....	32
Figura 6. Drenaje ineficiente en la cantera	32
Figura 7. Vías de acceso	33
Figura 8. Importancia de los aspectos de evaluación a partir del análisis de la mEIC.....	57

INTRODUCCIÓN

Los trabajos mineros cada día se hacen más necesarios para el desarrollo de los seres humanos, hay que tomar en cuenta la gran cantidad de materias primas mineras que hicieron posible que la humanidad llegara hasta donde se encuentra hoy en día. Se puede afirmar, sin lugar a dudas, que las personas necesitan minerales para continuar desarrollándose. Es decir, es una sociedad que depende inmensamente de los minerales, por tal motivo es importante conocerlos, protegerlos, respetarlos, estar conscientes de su potencial y de cómo sería la vida sin ellos y sobre todo sin la actividad minera.

Los áridos son materias primas minerales no metálicas directamente relacionadas con el desarrollo socio-económico de un país y consecuentemente con la calidad de vida de la sociedad; tanto es así que su empleo en la construcción es indispensable por la gran resistencia que aporta al hormigón, a los morteros y otras estructuras que requieren de propiedades especiales para satisfacer las diversas demandas.

En la última década el desarrollo del sector de la construcción, el desarrollo industrial, los logros técnicos, el crecimiento del consumo y especificaciones cada vez más estrictas han convertido el sector de áridos en la industria minera más importante del mundo en términos de volúmenes ya que este representa más del 60% de la producción minera mundial (Martínez, 2009).

Según datos, en la producción de áridos a nivel internacional, se cita China como el mayor productor, con el 40%, seguido por India y el resto de Asia 26% del total, Iberoamérica 5%, Oceanía y Norteamérica 6%, África 7%, Estados Unidos con 5% y Europa 11% del consumo mundial (Luaces, Carretón & Maceda, 2015).

Estos grandes e importantes productores han logrado mantener su economía a un elevado nivel ya que la materia prima que producen es reconocida internacionalmente por su excelente calidad y propiedades y aunque no se publican con exactitud estadísticas de producción mundial de áridos, conociéndose solamente datos puntuales concernientes a algunos países occidentales; otros indican su extracción de arenas, gravas y rocas, pero no diferencian las cantidades destinadas a usos ornamentales, industriales y áridos de construcción.

En la actualidad, en muchos de los países más industrializados de Europa Occidental (Alemania, Reino Unido, Francia, países nórdicos) se observan tendencias decrecientes en la extracción de arenas y gravas, debido a las limitaciones restrictivas que por motivos medioambientales se vienen imponiendo a las areneras y graveras. Sin embargo, en esos países la extracción de arenas y gravas de plataformas continentales están permitida y representa un importante volumen de producción, por lo que los áridos naturales en conjunto todavía representan más del 40% de la producción total. Esta es una actividad productiva mediante la cual, luego de que se identifican zonas con presencia de minerales, se les extraen y procesan para el uso cotidiano. En Cuba es una de las principales ramas de la economía, dentro de ella juega un papel fundamental la explotación de canteras de materiales de la construcción. Esta comprende una actividad determinante de la minería a nivel mundial y su objetivo principal es el suministro de materiales para la construcción, ya sean arenas, gravas, cal y rocas ornamentales.

Este tipo de minería se caracteriza por generar situaciones desfavorables e impactos negativos en el medio ambiente, debido a que las empresas de materiales de la construcción, no realizan convenientemente las acciones necesarias de rehabilitación ambiental. La intensidad de estos efectos, depende de varios factores, entre los que se reconocen la situación y morfología del yacimiento, así como las características del entorno. Estos impactos negativos, van transformando el paisaje y provocan el empeoramiento cualitativo o cuantitativo, de los recursos y el origen o desarrollo de procesos dañinos o degradantes. De aquí, la necesidad de conocer los elementos necesarios para la correcta explotación de una cantera.

En los últimos años la demanda de estos materiales ha tenido un fuerte incremento en Cuba debido a la expansión de actividades como la construcción para el turismo, obras sociales de todo tipo y la necesidad de la reconstrucción del fondo habitacional y la construcción de nuevas viviendas, por lo cual la explotación de estos yacimientos se ha intensificado a partir de la importancia sustancial que le ha otorgado la Revolución, tanto en la obtención de estos

materiales como en la explotación de minerales metálicos, en toda la Isla. Con ello surge la necesidad de contar con más reservas de materia prima, tal hecho conllevó a la apertura y desarrollo de nuevas canteras de materiales para la construcción.

Unas 135 canteras de materiales para la construcción se explotan en Cuba, cuya producción aporta gran cantidad de materias primas a todo el territorio nacional, lo que garantiza la obtención de diversos productos necesarios para llevar a cabo las tareas planteadas por la Revolución, lo que constituye un gran aporte socio-económico para el desarrollo del país. Teniendo en cuenta la importancia de esta industria se han desarrollado investigaciones del desempeño de este sector en varias canteras que se distribuyen a todo lo largo y ancho de nuestro archipiélago.

En la Universidad de Moa se desarrolla el proyecto de investigación para la caracterización minero ambiental de las canteras de materiales de construcción de las cinco provincias orientales del cual forma parte la cantera Maraví de la provincia Guantánamo. En este yacimiento se explota calizas mediante el método de perforación y voladura a diferentes profundidades. Esta cantera objeto de estudio, tiene potencialidades ya sea en la calidad de su materia prima como en reservas existentes para su explotación. Resulta de mucha importancia para la empresa de materiales para la construcción de la provincia Guantánamo que a esta cantera se le realice una evaluación integral, que permita trazar nuevas estrategias de trabajo en función de que la producción aumente y también la calidad de los productos con el fin de garantizar una minería acorde con estos tiempos. En dicho yacimiento se realiza la explotación con un proyecto aprobado por la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM), el cual comprende todos los aspectos relacionados tanto con la propia extracción de la materia prima (diseño de la explotación) como con su procesamiento (diseño de la planta de procesamiento), además de las medidas previstas para corregir los efectos de la actividad sobre el medio ambiente y garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

Debido a la importancia que reviste las obras de infraestructuras que se acometen como plan de desarrollo económico del territorio, y social; la empresa tiene como finalidad procesar los áridos de la cantera Maraví, en el cual se definirá el con el uso eficiente y racional de los recursos de calizas disponibles en el mismo, para el cumplimiento del Plan General de Ordenamiento Territorial del municipio Baracoa.

El yacimiento es la fuente alternativa de materia prima para asfalto que se incluye en el plan de desarrollo económico y social en función de resolver problemas apremiantes que presenta la provincia y el país para la construcción.

Hasta el momento en esta cantera solo se han realizado investigaciones relacionadas con la parte técnica y ambiental de forma independiente y no se han ejecutado estudios de forma más abarcadora que tenga en cuenta todos los aspectos por los cuales se mide el desempeño integral de una cantera.

Es por ello que el **problema** que fundamenta la investigación es la necesidad de realizar una evaluación integral de la cantera de materiales para la construcción Maraví.

El objeto de estudio de esta investigación evaluación integral de canteras de materiales de la construcción.

El objetivo general de este trabajo consiste en realizar una evaluación integral de la cantera de materiales para la construcción Maraví para determinar su nivel de desempeño y lograr una minería acorde con estos tiempos.

El campo de acción lo determina la Cantera Maraví.

La formulación de la **hipótesis** plantea que si se caracteriza la cantera, se seleccionan y calculan las variables e indicadores y se aplica la Matriz de Evaluación Integral de Canteras (mEIC), entonces se podrá obtener una evaluación integral de dicha cantera y lograr una minería acorde con estos tiempos.

Para cumplir el objetivo general se desarrollaron los siguientes **objetivos específicos**:

1. Caracterizar la cantera Maraví.

2. Determinar las variables e indicadores aplicables a la cantera objeto de estudio.
3. Aplicar la matriz de evaluación integral de canteras de árido (mEIC) para determinar el nivel de desempeño de la cantera Maraví.

CAPITULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

El presente capítulo tiene como objetivo principal ofrecer la fundamentación teórica de la investigación. A partir del conocimiento de los antecedentes ha sido seleccionada y analizada la información más importante, para fundamentar y establecer la metodología que permita determinar el estado tecnológico y la caracterización de la cantera Maraví.

1.1 Antecedentes de la investigación

En Cuba la producción de áridos juega un papel fundamental para el desarrollo de la economía ya que es uno de los renglones más solicitado, tanto por el mercado interno como el externo. A pesar de que no se cuente con el desarrollo tecnológico más avanzado, el país ha incrementado notablemente su producción en los últimos años, aunque todavía sus volúmenes de producción son insuficientes debido a la gran demanda de esta materia prima.

Generalmente los áridos del país son de origen calizo provenientes de rocas sedimentarias, los cuales se extraen directamente de yacimientos y de canteras. Con el objetivo de mejorar este importante renglón se han realizado diversas investigaciones en el país, principalmente relacionadas con diagnósticos ambientales de canteras (Milián, 2012; Montes-de-Oca y Ulloa-Carcassés, 2013), sin embargo, se presentan limitaciones en la industria de materiales para la construcción relacionadas con el desarrollo tecnológico, ambiental y minero. Tales limitaciones se relacionan con la carencia de estudios científicos sobre el tema, la falta de equipamiento para realizar la minería selectiva y el insuficiente registro de datos oficiales sobre el crecimiento nacional de este sector, lo cual ha conllevado a incumplimientos de los planes de producción.

Marrugo (2008) plantea que el diagnóstico integral es un diagnóstico analítico de la trayectoria pasada y del estado actual de la empresa, así como de sus potencialidades prospectivas, respecto al cumplimiento de su misión, de sus objetivos y de sus actividades productivas, del estado de sus recursos, y de su funcionamiento técnico organizacional y que su análisis consiste en dos

actividades paralelas que permiten conjuntamente, una relación de la situación actual y potencial de la organización con su entorno.

Otros autores como (Shinn, 1982; Lad y Samant, 2014) analizan dicho diagnóstico considerando el aspecto social. Otras investigaciones han realizado el diagnóstico tecnológico de forma integral considerando algunos aspectos que componen el sistema de producción (Ahmed y col., 1998; Trigueros, 2006; Appelgren, 2008), o todos los aspectos que componen dicho sistema, es decir, la organización de los recursos humanos, la eficiencia de los procesos o la disposición en planta, maquinarias y efectos sobre el medio ambiente (Martínez-Segura, 2009; Ismail y col., 2013; Balleto y col., 2015; Danielsen y Kuznetsova, 2015; Ruiz y col., 2015).

A continuación se relacionan algunos trabajos recientes sobre aplicación de la Matriz de Evaluación de Canteras (mECA) en Cuba.

(León, 2018) realizó una Evaluación Integral de la cantera Peñas Altas Uno, ubicada en la provincia Santiago de Cuba con el fin de analizar los parámetros característicos de la técnica minera, los aspectos medioambientales, de seguridad, económica y social. Para ello, se aplicó la matriz de evaluación de canteras (mECA), que permite comprobar el grado de implementación de las técnicas disponibles para los aspectos evaluados y diseñar mejoras tecnológicas que contribuyan a elevar la eficiencia y calidad de las producciones mineras y disminuir los impactos ambientales negativos. Para la aplicación del diagnóstico tecnológico en dicha cantera fue necesario identificar las variables y los indicadores que componen la mECA. Para esto fueron seleccionados por un grupo de expertos un total de 19 variables y 142 indicadores. Los valores obtenidos de cada variable permitieron obtener el valor final del índice mECA (89,4) lo cual evalúa a la cantera de muy bien.

(Núñez, 2018) realiza un diagnóstico integral en la cantera de materiales de la construcción Cañada Honda perteneciente a la provincia de Las Tunas. Su ejecución se efectúa a través de la Matriz de Evaluación de Canteras de Áridos(mECA). La misma se adaptó a las condiciones y

necesidades del país y de la cantera. La selección de las variables e indicadores se ejecutó mediante trabajos en conjunto con los especialistas de la empresa además de tener en cuenta el criterio de los profesores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMM), con el resultado de 21 variables y 133 indicadores los cuales evalúan cinco aspectos, técnico, medioambiental, seguridad, económico y social. Sobre la base de una metodología de cálculo se obtuvo el índice mECA que indica el nivel de desempeño de la cantera con respecto a una cantera modelo, siendo en este caso de 77.2 %, lo cual evalúa a la cantera de muy bien.

Otros autores como (Shinn, 1982; Lad y Samant, 2014) analizan dicho diagnóstico considerando el aspecto social. Otras investigaciones han realizado el diagnóstico tecnológico de forma integral considerando algunos aspectos que componen el sistema de producción (Ahmed y col., 1998; Trigueros, 2006; Appelgren, 2008), o todos los aspectos que componen dicho sistema, es decir, la organización de los recursos humanos, la eficiencia de los procesos o la disposición en planta, maquinarias y efectos sobre el medio ambiente (Martínez-Segura, 2009; Ismail y col., 2013; Balleto y col., 2015; Danielsen y Kuznetsova, 2015; Ruiz y col., 2015).

Este último enfoque, considerando todos los aspectos del sistema de producción, utiliza una metodología basada en la denominada Matriz de Evaluación Integral de Canteras (mEIC), a partir de la cual se valoran aspectos técnicos, medioambientales, de seguridad y socio-económicos.

De forma resumida estas investigaciones centran su atención en lo referente al impacto de la minería sobre el medio ambiente, la facilidad con que se transforma el entorno extrayendo masa minera y como poder subsanar los daños ya sea rehabilitando las áreas ya minadas con el fin de realizar una minería sustentable que permita salvaguardar los intereses de futuras generaciones, por otro lado lo que se desea es realizar una investigación más general y detallada para las canteras de materiales de la construcción que permita conocer al detalle en todos sus aspectos el desempeño integral con el

objetivo de conocer lo que realmente se necesite para proteger el medio ambiente y satisfacer las necesidades del país mediante la producción eficiente de la materia prima necesaria para las construcciones estratégicas que contribuirán al desarrollo sustentable de Cuba.

1.2 Diagnóstico tecnológico

Los diagnósticos tecnológicos se abordan desde diferentes aristas. Diversos autores utilizan términos como: gestión tecnológica, auditoría, mejora continua y otros. Este consiste en analizar si una empresa cuenta con los recursos necesarios, ya sean humanos, técnicos, materiales y financieros, así como su estructura y competencia para que ésta pueda alcanzar márgenes favorables de producción y de así satisfacer la demanda del mercado.

Marrugo (2008) define el diagnóstico tecnológico como el diagnóstico analítico de la trayectoria pasada y del estado actual de la empresa, así como de sus potencialidades prospectivas, respecto al cumplimiento de su misión, sus objetivos y sus actividades productivas, del estado de sus recursos y de su funcionamiento técnico organizacional.

Para Martínez (2009) el diagnóstico tecnológico de un sector o de una organización es el conjunto de actividades incluidas en el plan de actuación tecnológica (PAT). Además, considera que, para su ejecución, es imprescindible un conocimiento de la información actualizada de la situación en la que se encuentra el sector y la posición que se desea ocupar en el futuro, tomado como punto de partida el uso de las tecnologías disponibles como base de la competitividad futura de la organización.

El diagnóstico tecnológico combina dos enfoques necesarios y complementarios: enfoques desde las tecnologías y enfoques desde las empresas. La primera supone que la evolución de la tecnología es independiente de la empresa que las utiliza, y la segunda, trata de conocer cómo se emplea en otras organizaciones similares (Martínez, 2009).

1.3 Aplicación de la matriz de Evaluación Integral de Canteras de Áridos (mEIC)

La mEIC tiene como antecedente a la mECA que elaboró Martínez (2009) de la Universidad de Murcia, España evaluando un total de 50 canteras, después de esto su uso se ha expandido llegando hasta el país.

Pérez (2015) desarrolló una investigación en la cual detalló una caracterización completa de todas las canteras de materiales para la construcción de la provincia de Santiago de Cuba..

En el año 2016 en la zona oriental como parte de un proyecto en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa se comenzó a aplicar esta nueva herramienta de evaluación de canteras de áridos. Las principales aplicaciones de la mECA se realizaron por Gonçalves en el yacimiento Los Caliches, Correia en El Pilón, ambos yacimientos pertenecientes a la provincia de Holguín, mientras en la provincia Santiago lo realizaron Reyes en Yarayabo y Lipardi en los Guaos II y Cutiño en La Inagua, este último perteneciente a la provincia de Guantánamo.

Posteriormente, Matos (2017), realiza una investigación más actualizada en el sentido de que adecua la mECA a las condiciones específicas de Cuba, este diagnóstico integral fue aplicado a la cantera Victoria II, ubicado en el Municipio de Guanabacoa, provincia La Habana. Aplica la mECA y realiza un diagnóstico tecnológico más actual y adecuado a las condiciones de Cuba, del resultado se pudo apreciar que dicha cantera obtiene una evaluación de Muy Bien ya que obtuvo un Índice mECA de 90%.

Este mismo año también realizó un trabajo de este tipo Haikera a la cantera de áridos San José Sur.

En estos trabajos los autores seleccionaron las variables e indicadores propios para cada cantera y evaluaron los aspectos técnicos, medioambiente junto con seguridad.

1.4 Documentos legales que amparan la investigación

La Ley de Minas promulgada el 23 de enero de 1995, en su artículo 9 plantea que la actividad minera se ejecuta teniendo en cuenta la competencia que la legislación le confiere al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente en sus asuntos ambientales.

El artículo 41 (inciso n) de la misma ley se plantea que los concesionarios están obligados a realizar investigaciones técnico-productivas e introducir innovaciones tecnológicas relacionadas con el objeto de su concesión de maneras a mejorar la eficiencia económica y el aprovechamiento de los recursos naturales.

El inciso c) del mismo artículo plantea que los concesionarios están obligados a preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área concesionada, elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto derivado de sus actividades; tanto en dicha área como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquellos que puedan ser afectados.

Además de la Ley de Minas se debe prestar la debida atención a la Ley 81 del Medio Ambiente promulgada el 11 de julio de 1997. En el capítulo VIII artículo 57 establece que: “le corresponde al ministerio de ciencia, tecnología y medio ambiente en coordinación con otros organismos promover:

- Los estudios encaminados a ampliar los conocimientos sobre el estado de los recursos naturales y el medio ambiente en general; La investigación científica y la innovación tecnológica, de formas a permitir el conocimiento y desarrollo de nuevos sistemas, métodos, equipos, procesos, tecnologías y dispositivos para la protección del medio ambiente, la adecuada evaluación de procesos de transferencia tecnológica.
- Desarrollar y aplicar las ciencias y las tecnologías que permitan prevenir, evaluar, controlar y revertir el deterioro ambiental, aportando alternativas de solución a los problemas vinculados a la protección del medio ambiente”.

Otro aspecto importante a tener en cuenta en la concepción de este trabajo son los elementos recogidos en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución en Cuba (Partido Comunista de Cuba, 2017), entre ellos los siguientes:

Lineamiento 180. Definir una política tecnológica que contribuya a reorientar el desarrollo industrial, que comprenda el control de las tecnologías existentes en el país, a fin de promover su modernización sistemática, observando los principios de la Política medioambiental del país.

Lineamiento 181. Desarrollar la industria, priorizando los sectores que dinamizan la economía o contribuyan a su transformación estructural, avanzando en la modernización, desarrollo tecnológico y elevando su respuesta a las demandas de la economía.

Lineamiento 182. Prestar atención prioritaria al impacto ambiental asociado al desarrollo industrial existente y proyectado, en particular, en las ramas de la química, la industria del petróleo y la minería, en especial el níquel, el cemento y otros materiales de construcción, así como en los territorios más afectados, incluyendo el fortalecimiento de los sistemas de control y monitoreo.

Lineamiento 191. Recuperar e incrementar la producción de materiales para la construcción que aseguren los programas inversionistas priorizados del país (turismo, viviendas, industriales, entre otros). Desarrollar producciones con mayor valor agregado y calidad. Lograr incrementos significativos en los niveles y diversidad de las producciones locales de materiales de construcción y divulgar sus normas de empleo.

1.5 Características generales del yacimiento Maraví

En el yacimiento Maraví el material o roca útil lo constituyen fundamentalmente las calizas organógenas pelito – mórficas recristalizadas, de textura masiva.

El relieve de forma general es del tipo abrasivo con amplio desarrollo de terrazas marinas. Los puntos de mayor altura en el yacimiento Maraví son de 107 y 174 m, con respecto al nivel del mar. La red hidrográfica, se encuentra bastante desarrollada encontrándose en la cercanía del yacimiento numerosos ríos y arroyos

El clima es tropical con promedio de temperatura absoluta que varían desde 15° a 6° C, mínimo 34° a 3° C máximo. Las precipitaciones medias anuales están cercanas a los 1000 - 1200 mm. Las vías de comunicaciones principales lo constituyen las carreteras que unen la ciudad de Baracoa con las ciudades de Moa y Guantánamo. La economía de la región está basada fundamentalmente en la agricultura destacándose el cultivo del café, cacao y coco.

1.5.1 Ubicación geográfica

El área objeto de estudio, se encuentra ubicada en el municipio de Baracoa perteneciente a la provincia Guantánamo, al noroeste de la ciudad. Se accede a la zona por la carretera central que une a la ciudad de Baracoa con la ciudad de Moa. Se encuentra a pocos metros de la carretera, por lo que desde la entrada del camino al yacimiento se puede acceder fácilmente. El área se localiza en el asentamiento Maraví perteneciente al consejo popular Cayo Güin.

El yacimiento constituye un terreno de piedra caliza con cota de 100 - 80 en casi toda su extensión, hacia el noreste las cotas descienden de 80 – 58 que se evidencian con la presencia de una ladera abrupta o paredón casi vertical.

Coordenadas de la microlocalización

Las coordenadas geográficas, donde se encuentra el yacimiento, son las siguientes:

20° - 25 latitud Norte

74° - 33 longitud Norte

El área de estudio se puede localizar en la hoja cartográfica N° 5277 II Cayo Güin a escala 1:50 000 delimitada por las coordenadas geográficas Lambert (Tabla 1).

Tabla 1. Coordenadas geográficas Lambert

Vértices	X	Y
1	737 924	198 047
2	737 924	197 896
3	737 725	197 820
4	737 500	197 800
1	737 924	198 047

En la figura 1, se muestra una vista 3D del área donde se ubica el yacimiento Maraví.



Figura 1. Vista satelital yacimiento Maraví. Tomado de informe de Ceproníquel, 2018

1.5.2 Geología

Como resultado del levantamiento geológico realizado por la Brigada Cubano - Húngaro en 1976 se subdividió la provincia de oriente en cinco zonas estructuro faciales, dentro de las cuales el área de estudio se encuentra, en la Zona Nipe - Cristal Baracoa. En la región aparecen varias formaciones que conforman el esquema litológico - estratigráfico, a continuación se describen desde las formaciones viejas a las más jóvenes existentes en la región.

Formación Bacuey (Kg2): constituido por tobas y lavas y conglomerados en cantidades subordinadas, además aparecen pequeños cuerpos de pórfido diorítico - andesítico y diabasa.

Formación castillo de los indios (P22): compuesto por tobas ácidas con predominio de las variedades vitroclástica y litovitroclásticas.

Formación Puerto de Bonita (P22): constituido por calizas compactas de color crema bien estratificada.

Formación Capiro (P22 - P33): aleatorita calcáreas de color parduzco, indefinidamente estratificadas.

Formación Yatera (P33 - P33- Ni): constituidas por aleurolitas de color gris, sin estratificación.

Formación Cabacú (P33 - Ni): está compuesta por conglomerados con estratificación indefinida, cruzada y lenticular.

Formación Cabo Cruz (Ni3): está compuesta litológicamente por calizas jóvenes recristalizadas, calizas pelitomorfos y calizas arrecifales masiva algo cavernosa.

Formación Baracoa (NO): constituido por terrazas altas formados por calizas coralinas rosáceas groseramente estratificada.

Formación Maya (NE): calizas coralinas duras recristalizadas, intensamente carcificadas, a veces aporcelanada de color blanco amarillento y rosáceo.

Formación Jaimanita (O): constituidas por calizas organógenas detríticas, calizas arcillosas, pelito mórficas y calizas arrecifales.

Formación Río Macío (OL): bloques, cantos rodados, gravas, arenas aleurolitas, y por arcilla derivados de la erosión fluvial y regional.

Formación Varadero (OL): son depósitos de arenas sueltas, biogénicas, de granos finos y color blanco, amarillento, compuesto casi totalmente por carbonato.

El yacimiento Maraví está constituido fundamentalmente por calizas organógenas pelito – mórficas recristalizadas, masivas con gran desarrollo del carso, lo cual se evidencia en los afloramientos y en los testigos de perforación donde aparecen gran cantidad de oquedades rellenas de calcita y de cavernas vacías y rellenas de material arcilloso con fragmentos de rocas.

La aflorabilidad se manifiesta en las zonas alrededor de los pozos de perforación y en la parte norte, donde aparece una ladera o paredón casi vertical. El límite norte del área está cubierto totalmente por arcilla de color rojizo algo plástica, con fragmentos de calizas idénticas a la de la zona superior del corte rocoso. Al norte aparecen las calizas de color crema rosa, blanca de aspecto arcilloso y algo cavernoso, las que deben estar asociadas a la Formación Jaimanita.

A las muestras de testigos de perforación, tomadas para la determinación paleontológica, se le hallaron como microfósiles corales, algas, amphistegina Sp, victoriega Sp y Miliodes, los cuales arrojan una edad que va desde el Neógeno hasta el reciente. Atendiendo que el rango de edad es muy amplio, se asume la edad de la formación Maya determinada por la brigada cubano – húngara, que data en el plioceno.

1.5.3 Tectónica

Tectónicamente el yacimiento no presenta complicaciones, no han sido determinadas la presencia de fallas geológicas de gran extensión o locales. Lo que se conoce es que el relieve ondulado y escarpado de la zona es producto a la existencia de formaciones rocosas de tipo carbonatado con desarrollo del carso. La presencia de rocas carbonatadas es la causa para que en la zona exista una vegetación típica, endémica y un relieve característico.

La principal característica que hace de este yacimiento algo complejo para su explotación es la existencia de carsificación en la roca, lo cual provoca que existan cavernas o zonas vacías, así como oquedades rellenas de arcilla, estas zonas constituyen zonas inestables para la explotación. No existe un estudio detallado que permita conocer donde están ubicadas en profundidad las cavernas, solo se conoce de manera global que todo el paquete de roca es afectado por ello.

1.5.4 Hidrogeología del yacimiento

Durante la exploración detallada del yacimiento se llevaron a cabo trabajos hidrogeológicos de observación durante la perforación y mediciones simultáneas. Estas observaciones se realizaron en cada uno de los pozos geológicos, lo cual permitió determinar la no existencia de agua subterránea hasta la profundidad alcanzada de los 30 y 50 m. Las mediciones simultáneas se proyectaron con el objetivo fundamental de determinar el nivel estabilizado de las aguas en todos los pozos geológicos, pero debido a la no existencia de agua subterránea, esta prueba solo se realizó a modo de comprobación.

Se conoce la presencia en la zona de varios ríos y arroyos como el río Maraví y el Toa, pero estos no ejercen ninguna influencia en la explotación del

yacimiento, ya que se encuentran alejados completamente del área delimitada según la microlocalización.

1.5.5 Características Geotécnicas del Macizo Rocosó

Una de las determinaciones fundamentales, para la evaluación de la materia prima para los usos solicitados, son las propiedades físicas – mecánicas de las rocas, para ello se previeron durante los trabajos de exploración detallada una serie de ensayos con los cuales poder determinar su calidad, ya que solo se tenían resultados de algunas muestras de tomadas en superficie.

En los ensayos realizados en el yacimiento Maraví los valores alcanzados en los diferentes ensayos no presentan grandes variaciones, excepto algunos valores de la absorción que se van por encima del 3 %. Los resultados de cada una de las propiedades físicas mecánicas se tuvieron en cuenta para definir los intervalos de roca útil en cada pozo.

Para el peso específico los rangos de mayor frecuencia oscilaban entre 2.66 g/cm³ y de 2.69 g/cm³ siendo los valores medios 2.67 y 2.70 g/cm³ respectivamente para esos rangos. El valor mínimo del peso específico es 2.62 g/cm³ y el máximo 2.80 g/cm³.

Para el peso volumétrico en estado saturado dio que el valor mínimo y máximo fueron 2.30 y 2.59 g/cm³, siendo un rango de mayor frecuencia de 2.54 a 2.57 g/cm³. Existe otro rango donde se obtuvieron una frecuencia elevada y es de 2.51 g/cm³ hasta 2.54 g/cm³. En la tabla N^o.1.1 aparecen los resultados del análisis de las muestras de superficie tomadas en el yacimiento Maraví.

Para el peso volumétrico seco se determinó que el intervalo de mayor valor frecuencia va desde 2.38 g/cm³ hasta 2.44. El valor mínimo obtenido fue de 2.11 g/cm³ y el máximo 2.54 g/cm³. Los valores de absorción se encuentran sus valores entre 1.67 y 6.88 %. Los resultados alcanzados en los ensayos de la resistencia a la compresión puede considerarse como bueno teniendo en cuenta que para piedra triturada para la construcción se utilizan aquellas con resistencia a la compresión en estado saturado mayores de 200 kg/cm². En la tabla N^o.1.2 aparecen los resultados del análisis de las muestras tomadas en los pozos de perforación del yacimiento Maraví. La resistencia a la compresión

en estado saturado arrojó que el intervalo de mayor frecuencia va desde 210 kg/cm² hasta 306 kg/cm² teniendo como valor medio 258 kg/cm². Además de este existen otros dos intervalos que presentan frecuencias bastantes elevadas y van desde 402 a 498 kg/cm² y de 498 hasta 594 kg/cm², lo cual nos indica que a pesar de existir variabilidad en los valores de la resistencia puede considerarse que la caliza puede servir para piedra triturada. Para los ensayos de resistencia a la compresión se tomaron 3 muestras por pozo, de la resistencia a la compresión en estado seco dio que el intervalo de mayor frecuencia está entre 525 a 625 kg/cm², obteniéndose como valor medio 575 kg/cm². Los valores mínimo y máximo en que están todos los valores son 225 kg/cm² y 945 kg/cm². Existen dos intervalos con la misma frecuencia y que se acercan al primero considerablemente los cuales están entre el rango de 225 a 325 kg/cm² y de 325 a 425 kg/cm².

A las muestras compuestas se les realizaron ensayos a la fracción 20 - 40 mm. El coeficiente de trituración en el cilindro de 0/150 mm se determinó en estado seco. Es de señalar que con estas muestras compuestas se caracterizó de manera general el pozo sin tener en cuenta que existen intervalos de rocas con diferentes propiedades físico – mecánicas.

1.5.6 Condiciones para la Estimación de los Recursos/Reservas

En el yacimiento el material es bien homogéneo no existe mucha variabilidad lateral litológicamente, casi toda la roca del yacimiento constituye material útil.

1.5.7 Investigaciones Tecnológicas Realizadas

En el yacimiento Maraví durante los trabajos de búsqueda detallada se perforaron cinco pozos con distancia previstos mínima y máxima entre pozos de 87 y 90 metros. Los pozos fueron ubicados atendiendo a las facilidades del relieve. Los testigos de perforación de cada pozo fueron muestreados acorde al complejo de análisis y ensayos a realizar, con el objetivo de determinar las diferentes propiedades de la roca y con ellas determinar la calidad de los mismos.

Para las muestras reducidas se realizó el muestreo de cada metro, excepto los casos en que existen cambios litológicos, las muestras complejas se tomaron intervalos de 10 m. Las muestras tecnológicas se tomaron con el sobrante de

las muestras complejas. Se tomaron muestras compuestas por pozos, teniéndose 5 muestras para el yacimiento Maraví.

Los ensayos a las que fueron sometidas las muestras del yacimiento Maraví, fueron:

Peso volumétrico en estado seco y saturado

Peso específico real

Absorción

Abrasión los Ángeles

Resistencia a la compresión en estado seco y saturado

Partículas planas alargadas

Coefficiente trituración al cilindro diámetro 150 mm.

Los análisis químicos se realizaron con el objetivo de conocer la composición química de las rocas. Se realizó análisis químico para determinar la presencia de los elementos CaO, MgO, SO₃, Fe₂O₃, Al₂O₃, SiO₂ y PPI, lo cual permitirá determinar de acuerdo a estos el tipo de roca y el contenido de sustancias arcillosas.

A las muestras tomadas se les realizó además análisis petrográfico y paleontológico con el objetivo de conocer los diferentes tipos de rocas y los microfósiles que se encuentran en estas, con los cuales se puede asegurar la edad de las mismas.

CAPÍTULO II. ETAPAS METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN

En la ejecución del trabajo se emplearon métodos empíricos y teóricos de la investigación científica.

Los principales métodos empíricos fueron:

- Observación: para conocer la realidad de la cantera Maraví, las características tecnológicas y el estado actual del medio ambiente.
- Entrevista a especialistas: para fundamentar la elección de las principales variables e indicadores que inciden en la evaluación tecnológica de la cantera.
- Compilación: permite reunir y sistematizar información mediante la revisión de fuentes bibliográficas, orales y digitales.

Entre los métodos teóricos:

- Histórico-lógico: para analizar la trayectoria tecnológica de la cantera.
- Deductivo-inductivo: para la identificación de las principales variables e indicadores que inciden desde el punto de vista tecnológico, medioambiental, seguridad y socio-económico en el desempeño de las canteras de áridos.
- Hipotético-deductivo: para la formulación de la hipótesis y se arriba a conclusiones particulares q posteriormente se pueden comprobar.

Inicialmente se diseñó la estructura de la investigación y luego se revisó la bibliografía utilizada para realizar dicha investigación. Luego se procedió a la aplicación de la mEIC en el yacimiento Maraví, para lo cual se recopiló y organizó la información escogida con anterioridad para más tarde ser comprobadas con visitas a la institución. Mediante consultas con especialistas, análisis de las listas de chequeo de los sistemas de evaluación de la ONRM y del Control Interno de la propia empresa, se seleccionaron las variables e indicadores de la matriz.

Terminado esto se evaluó la cantera a través de la mEIC para llegar a las conclusiones y evaluar el estado de la misma.

2.1 Descripción del método utilizado

La base de la matriz elaborada por Martínez cuyo principio es un cuestionario elaborado para las visitas, contempla 15 variables y 200 indicadores que permiten evaluar los aspectos técnico, medioambiental, seguridad y socio-económico. Sobre la base de dicha matriz se elaboró la mEIC para la cantera Maraví tomando en cuenta las características de la cantera, los términos utilizados en el país y el modelo económico cubano.

Para este caso se modificó la mECA de Martínez, partiendo de las variables e indicadores propios para esta cantera y se evaluaron de forma independiente cada uno de los aspectos objeto de análisis, obteniendo nuestra matriz de evaluación integral de cantera (mEIC).

Los elementos que se tuvieron en cuenta para cada aspecto fueron:

Aspectos Medioambientales

Los datos se tomaron de los informes de la cantera que se comprueba la existencia o no de medidas encaminadas a eliminar o reducir los factores que provocan daños tanto al medioambiente: ruido, polvo, impacto visual, la correcta gestión del agua y los peligros en zonas de presencia de trabajadores.

Seguridad

La seguridad se analizó con datos que refieran medidas para disminuir los peligros existentes, evitar los accidentes en los caminos, frente de cantera y planta de procesamiento.

Aspecto Técnico

Se utilizaron los datos sobre maquinaria, las variables de voladura y la geometría de la explotación y planta de procesamiento procediendo a la toma de datos de:

- Estado técnico de los equipos.
- Los ciclos de trabajo de la maquinaria móvil, según la disposición de las diferentes zonas de cantera y planta.

- Las fragmentaciones resultantes de las voladuras, incidiendo sobre la proporción de piedras sobre medidas.
- Utilización de fragmentación secundaria, tal sea el caso.
- Las capacidades de producción que permiten los equipos de carga y transporte de que se dispone.

Aspecto económico

Para evaluar este aspecto se necesitó conocer el número de trabajadores, jornadas de trabajo, la magnitud de inversiones y negocios y demás operaciones y factores que afecten la economía planificada del proyecto.

Social

En el aspecto social se tuvo en cuenta el impacto positivo y negativo de la cantera en cuestión a la población.

2.2 Evaluación de las variables e indicadores

Cada variable y sus indicadores se recogen en una tabla con dos columnas y subcolumnas (tabla 2); entiéndase por variable a todo aquel aspecto de una explotación de áridos susceptible de evaluación técnica, medioambiental y de seguridad y socioeconómica. Así pues, los indicadores no son más que los parámetros a evaluar dentro de dicha variable. En la primera columna se exponen las variables y sus indicadores y en la segunda los aspectos a evaluar. Esta última columna se divide en cinco subcolumnas: la (c) corresponde a los datos obtenidos en el campo, referido a cada variable. La (v) es la valoración de cada indicador y se confieren valores entre 0 y 5 basados en criterios de especialistas (Martínez, 2009)

La importancia de las variables dentro del conjunto global de los aspectos, se identifica con la letra (i), la cual puede superar el 100%. La puntuación final corresponde a la subcolumna (p), y se obtiene al multiplicar la valoración (v) por la importancia (i). En la última subcolumna aparecen tres celdas, con la palabra “valores”, las que se denominan, de arriba hacia abajo:

♣ (VMCe) Valor máximo del campo: corresponde a la máxima puntuación que una cantera puede obtener al sumar los valores de la columna (p), y que corresponde, lógicamente, con el caso de una valoración igual a 5 en todos los aspectos susceptibles de evaluación de la columna “v”.

♣ (VCe) Valor obtenido del campo se obtiene al sumar los valores de la subcolumna “p”.

♣ (PCe) Es el porcentaje obtenido entre la valoración VCe y lo máximo que podría obtener VMCe

Tabla 2. Evaluación de cada variable y sus indicadores en la mEIC

Variable/indicadores	Técnico				
	c	V(0-5)	i	p	Valor
Variable 1					
Indicadores 1					
Indicadores 2					VMCe
Indicadores 3					VCe
Indicadores n					PCe

De esta manera se obtiene el primer resultado parcial para cada aspecto a evaluar. En lo adelante los aspectos que se analizan (ambiental, de seguridad, económico y el social) siguen la misma secuencia que el aspecto técnico. Para terminar el análisis, se suman los valores de la evaluación de los aspectos analizados, integrándolos en uno solo, que indica la situación de cada actividad que ha sido evaluada.

- (VMC) Valor máximo del campo se consideran todos los criterios de evaluación. Se suman todos los VMCe en horizontal.

- (VC) Valor del aspecto de la explotación se consigue al sumar los valores obtenidos en todas las valoraciones VCe en la horizontal.

- (PC) Relación porcentual entre lo obtenido y lo máximo es el resultado de dividir VC por VMC.

La tabla 3 muestra el recorrido horizontal y realiza un análisis en el que individualiza las distintas etapas de la actividad minera que confiere un tratamiento.

Tabla 3. Recorrido horizontal de la mEIC

Variable/ indicador	Técnico	Medioambiente	Seguridad	Económico	Social	
	VMCe	VMCe	VMCe	VMCe	VMCe	VMC
	VCe	VCe	VCe	VCe	VCe	VC
	PCe	PCe	PCe	PCe	PCe	PC



En la tabla 4 se expone de manera vertical la importancia que se atribuye a cada variable analizada para cada uno de los aspectos evaluados. Al llevarse a cabo el análisis, se consigue obtener una visión de toda la explotación para un grupo de características en concreto. Este análisis vertical permite disponer de una visión integral de cada aspecto que se pretende analizar.

Tabla 4. Recorrido vertical de la mEIC

Variable/indicador	Técnico	Medioambiente	Seguridad	Económico	Social
	P	p	p	p	P
Variable 1					
.....					
Variable 19					
	*	*	*	*	*



El resultado final (*) corresponde a la suma de todas las puntuaciones (p) de todos los indicadores.

En el proceso de cálculo hasta el resultado final, la calificación de cada uno de los aspectos evaluados, es sometida a una ponderación, en relación con el peso que se desea que tenga dentro del valor global, (figura 2).



Figura 2. Importancia de los aspectos de evaluación a partir del análisis de la matriz (mEIC)

Para obtener los resultados globales y el Índice mEIC (tabla 5) se utiliza el valor de asignación de peso de los ponderadores (segunda columna, tabla 5) que hace referencia a la importancia que, para el evaluador, van a tener los aspectos analizados.

El índice específico (tercera columna, tabla 5) hace referencia a los valores obtenidos en la mEIC una vez que se ha realizado el análisis de recorrido vertical para cada uno de los aspectos, no es más que la relación existente entre sumatoria de todas las puntuaciones finales del aspecto evaluado y la sumatoria del valor máximo que debe tener la cantera.

$$\text{Índice específico técnico} = \frac{\sum P_{\text{téc}}}{\sum VM_{\text{Ce téc}}}$$

$$\text{Índice específico M-A} = \frac{\sum P_{\text{ma-s}}}{\sum VM_{\text{Ce M-A}}}$$

Índice específico Seg = $\Sigma P_{seg} / \Sigma VM_{Ce Seg}$

Índice específico Eco = $\Sigma P_{eco} / \Sigma VM_{Ce Eco}$

Índice específico Soc = $\Sigma P_{soc} / \Sigma VM_{Ce Soc}$

El índice global (cuarta columna, tabla 5) es el resultado de multiplicar la importancia de cada ponderador por el índice específico ($\phi_{tec} \times \Sigma(i_{tec})$).

Índice global tec = $\phi_{tec} * \Sigma(i_{tec})$

Índice global MA = $\phi_{MA} * \Sigma(i_{MA})$

Índice global Seg.= $\phi_{Seg.} * \Sigma(i_{Seg})$

Índice global Eco = $\phi_{Eco.} * \Sigma(i_{Eco.})$

Índice global Soc = $\phi_{Soc} * \Sigma(i_{Soc})$

Por último, se obtendrá un valor como suma de todos los índices globales, representando el valor cuantitativo entre 0 y 100 % y al que se le denomina Índice mEIC.

Índice mECA = $(\phi_1 \Sigma i_{tec}) + \phi_2 (\Sigma i_{m-a}) + \phi_3 \Sigma(i_{seg}) + \phi_4 \Sigma(eco) + \phi_5 \Sigma(soc)$

El 100 % corresponde a una explotación que cumple con todos los criterios técnicos, medioambientales, de seguridad, económicos y sociales. Los rangos de calificación están entre Excelente y Mal según los valores siguientes:

91% -100% (Excelente)

70% - 90% (Muy Bien)

50% - 69% (Bien)

21% - 49% (Regular)

0% - 20% (Mala)

Tabla 5. Resultados globales e Índice mEIC

Aspectos	Ponderador	Índices específicos	Índices globales	
Técnico				
Medio-Ambiente				
Seguridad				
Económico				Índice mEIC
Social				

CAPITULO III. APLICACIÓN DE LA mEIC EN LA CANTERA DE ÁRIDOS MARAVÍ

El objetivo del presente capítulo es realizar el diagnóstico de la cantera Maraví a través de la mEIC.

3.1 Descripción de los aspectos evaluados en la cantera.

3.1.1 Aspecto técnico

Sistema de explotación

El sistema de explotación usado, según el orden de los trabajos en profundidad propuesto por el Académico V. V. Rshovsky y el profesor Titular A. V. Arsentiev, es el sistema con profundización. El desarrollo de la explotación debería ser con profundización en el sistema de laboreo longitudinal y profundización bilateral. El sistema de explotación no se ha desarrollado correctamente, no se apertura ni destapó la cantera. Los principales elementos del sistema de explotación como escalones de trabajo, trincheras de apertura, plazoletas de trabajo, zanjas de preparación, escombrera, etc. son inexistentes en la cantera.



Figura 3. Sistema de explotación

Equipamiento minero

El equipamiento minero no es adecuado para la cantera, el mismo se encuentra en mal estado técnico. Para las labores de desbroce, destape, acarreo y reapije

de todo el material, así como la separación de los pedazos de rocas sobre medias se emplea un Buldózer D-155A. Para la carga de la roca se emplea un cargador frontal Sany, con capacidad de la cuchara de 2.5 m³, con más de 15 años de explotación. Para la transportación de la roca se emplean camiones de KAMAZ con capacidad de 10m³, 10 años de explotación; estos presentan un estado técnico regular. Se utiliza una retroexcavadora Sany con un martillo neumático para la fragmentación de las rocas sobredimensionadas. La distancia entre el frente de la cantera y la planta de procesamiento es aproximadamente de 1.5 km.

Equipamiento y tecnología para realizar la perforación y voladura

Teniendo en cuenta las propiedades físico mecánicas de las rocas a arrancar (dureza, homogeneidad, agrietamiento, etc.) y la granulometría en la fragmentación requerida se realizaran labores de perforación y voladuras para las etapas planificadas. Las labores de perforación se realizan por la Empresa de Servicios Geólogo - Minera (EXPLOMAT), con sus equipos y personal calificado, los trabajos de preparación para la barrenación y supervisión de la voladura lo realiza el personal de Canteras.

La ejecución de los trabajos de perforación voladura de las rocas está previsto que se realice entre los bancos + 80m, + 70m, El arranque de todo el material se realiza con el uso de perforación y voladura, con diámetro de perforación 115 mm, como explosivos principales se usará la emulsión encartuchada Senatel Magnafrac y la emulsión encartuchada Fortel Tempus de diámetro 85 mm.

Equipamiento técnico

Los trabajos de perforación y voladura son contratados a la Empresa EXPLOMAT; usualmente para estos trabajos se utiliza carretilla barrenadora, modelo Rock 460 PC con un compresor Atlas Copco XHAS - 365, con diámetro del taladro de 115 mm.

Características técnicas de los equipos de perforación a usar:

Equipo de perforación: Rock 460 PC	Compresor: XHAS - 365
Diámetro de perforación: 115 mm	Firma: Atlas Copco
Productividad: 14.5 m/h	Capacidad: 16 m ³ /h

Longitud del Martillo: 1 m
Longitud de las barrenas: 3 m
Firma: Atlas Copco

Año: 2005
Estado técnico: Bueno
Consumo Diesel: 30 - 35 lts/h

Estos equipos se encuentran en buenas condiciones tanto para trabajar y su consumo está dentro de los parámetros establecidos. El costo de perforación y voladura es de \$2.81.

Parámetros de la voladura utilizados en la cantera objeto de estudio

Los explosivos a emplear en el arranque de la masa minera en este proyecto, son los fabricados por la empresa ULAEX y comercializados por EXPLOMAT. Senatel Magnafrag para la carga de los barrenos, mientras que los medios a emplear serían el Handidet, conectores de superficie y los detonadores no eléctricos, iniciar con detonador eléctrico y alambre para voladuras.

Especificaciones Técnicas Senatel

Densidad (g/cm)	1,15
Velocidad de detonación (m/s)	5 200
Resistencia al agua	Excelente
Energía (kcal/kg)	740
Volumen de los gases (Lts/kg)	783
Gasto específico (g/cm ³)	0,55
Longitud del cartucho (mm)	460
Diámetro del cartucho (mm)	100
Peso del cartucho (kg)	4,167

El ciclo general para el trabajo de perforación voladura comprende las siguientes actividades:

- Replanteo para las perforaciones
- Perforación de los taladros
- Revisión de los taladros
- Carga y conexión de los taladros
- Revisión de la red para disparo

- Avisos reglamentarios
- Disparo
- Revisión del frente volado

Partiendo de la metodología establecida se determinó que no se cumple con el ciclo general de trabajo de perforación, ya que se han realizado voladuras aleatorias sin seguir el patrón de voladura establecido en el proyecto de explotación e incumpliendo normas de seguridad. Se realizó una voladura a menos de 100 metros de viviendas y la planta procesadora.



Figura 4. Voladura cerca de la planta de beneficio

Planta de procesamiento

El ciclo en la planta de procesamiento, inicia con la descarga del rajón proveniente de la cantera en la tolva receptora luego pasa al molino primario (molino de cono) de esta primera molienda sale la fracción 63 - 38 mm las cuales son transportadas por una banda hasta el molino secundario (molino de martillo), posteriormente estas fracciones caen en la banda transportadora y son depositadas en la criba. La criba tiene como función la clasificación de los fragmentos de roca. Después de ser clasificados se les da destino final en los almacenes a cielo abierto, ya sea de gravilla 19.5 mm, arena 5 - 0.15 mm o base pétreo. Las fracciones mayores que estos productos son de vueltas al molino secundario para su posterior trituración.



Figura 5. Planta de procesamiento

Desagüe de la cantera

Según proyecto de explotación el yacimiento tiene condiciones hidrogeológicas favorables, según estos datos el nivel de las aguas subterráneas se encuentra por debajo del límite de las reservas calculadas, no existe peligro de inundación de las aguas pluviales ya que la cantera proyectada es del tipo elevado montañoso por lo que se previó para provocar la circulación de las aguas darle una inclinación de -1.0% de pendiente a las plataformas y trincheras. Como el sistema de explotación no se ha cumplido hasta la fecha el frente de canteras se llena de aguas pluviales que arrastran lodo hasta donde se encuentra el material fragmentado.



Figura 6. Drenaje ineficiente en la cantera

Vías de acceso

Son caminos de una vía, con 8 m de ancho en la parte transitable y en los tramos que poseen curvas es de 10 m; para este se prevé una berma de seguridad de 1.50 m mínimo. El camino en toda su longitud se rellena con grava de fracciones de entre 40 – 60 mm. En las vías utilizadas para tránsito de vehículos cargados, el ángulo de inclinación longitudinal no excederá del 10%. Estas características no se cumplen en todo el camino no existen las bermas de seguridad en algunos sectores del camino y no se realizaron zanjas de desagüe por lo que existen grandes grietas provocadas por el curso de las aguas pluviales.

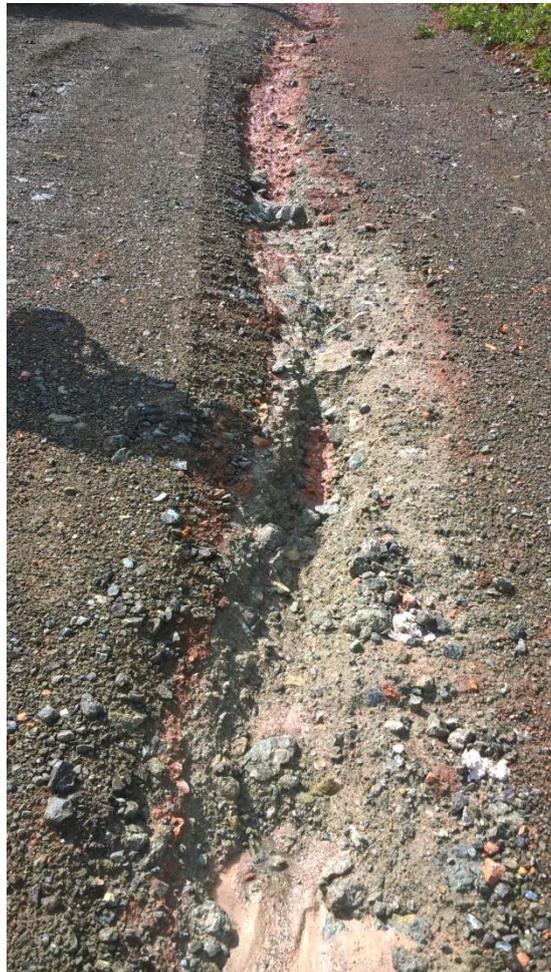


Figura 7. Vías de acceso

Reservas

Las reservas estimadas sobre la base de las pérdidas durante la extracción y transportación (6.0 %), sin considerar el diseño final de la cantera para la vida útil del área otorgada para la explotación, es de 1111616.42 m³.

-Régimen de trabajo

Descripción	<i>U/M</i>	
Días calendarios	Días	365
Domingos	Días	52
Sábados	Días	26
Feridos	Días	10
Días efectivos	Días	277
Duración del turno	Horas	8
Turnos al día	U	1
Coefficiente uso turno	U	0.80

3.1.2 Aspecto medioambiental

Los impactos abordados son el impacto visual, el ruido, el polvo, la correcta gestión del agua y de los residuos.

El yacimiento Maraví se encuentra ubicado en el asentamiento Cayo Güin del municipio Baracoa, perteneciente a la provincia Guantánamo. La población se encuentra ubicada a unos 300 m del área de estudio, donde están instaladas varias entidades públicas como son escuelas y viviendas de diferentes tipologías de construcción. En las márgenes del yacimiento a una distancia de 30 m se sitúan algunos domicilios que se verán afectados en la explotación del mismo, por lo que no da una visibilidad excesiva presentando un impacto visual moderado. Otros de los impactos al medio ambiente observados son: los cambios morfológicos del lugar debido a los movimientos de tierra, compactación de los suelos originado por el movimiento de las maquinarias pesadas, incremento de la contaminación sonora por empleo de voladuras, contaminación atmosférica debido al aumento de las emisiones de gases y polvo, alteraciones al hábitat de la fauna y afectaciones a la vegetación y los incrementos en los cambios morfológicos del relieve (modificación del paisaje) en la medida que se abren nuevos frentes ampliando el área de explotación.

Se siembran árboles en los alrededores de las áreas de oficinas, talleres y en las áreas que no tienen laboreo minero.

En lo referente al ruido y al polvo, en las etapas de arranque, carga y transporte, el impacto se evalúa de grande, debido al no riego de los caminos (polvo), mientras que el ruido y el polvo generado en las plantas se evalúan de grande y medio respectivamente, teniendo en cuenta para este último que es una planta pequeña y el proceso es seco.

En la concesión minera se producen residuos asimilables a urbanos, procedentes principalmente de derivados de la maquinaria: aceites, filtros, etc.

3.1.3 Aspecto seguridad

El hombre es el factor más importante en cualquier proceso productivo y la preservación de su vida es el principio fundamental de nuestra sociedad de trabajadores, en la cantera no se brinda especial importancia al cumplimiento de las normas de Seguridad e Higiene del trabajo establecidas. La cantera cuenta con un proyecto de seguridad minera el cual está basado en las disposiciones legales vigentes en el país: Ley 116 del 20 de diciembre del año 2013 (Código del Trabajo), Decreto 326 del 12 de junio del año 2014 (Reglamento del Código del Trabajo) y la Resolución 158 del 16 de junio del año 2014 (Reglamento de Seguridad Minera).

No existe sistema de señalización alguno dentro de las instalaciones y aunque tampoco existen sistemas de señalización en las vías de circulación dentro de la explotación, no se registran accidentes en la cantera.

El estado de las instalaciones de la planta de procesamiento se evalúa de bien. Como medidas de seguridad en la planta de procesamiento los transportadores disponen de escalerilla de acceso (la cual cuenta con barandas) y pasarela de vista. Los trabajadores cuentan con los medios de protección individual aunque no los usan correctamente.

Desde el punto de vista de higiene en el trabajo no dispone de una sala comedor y sala de aseo.

3.1.4 Aspecto económico

En cuanto al aspecto económico la cantera cuenta con un plan de producción anual de 13890.00 m³ (plan de minería 2018), repartidos en 36 % arena, 63 % gravilla y 1 % base pétreo.

3.1.5 Aspecto social

Una valoración positiva de los impactos está asociada al empleo y el mejoramiento de la red de transporte de la provincia. La base pétreo obtenida de la cantera se utiliza en la moderna planta de asfalto construida para brindar el asfalto necesario en la reconstrucción de la carretera Moa-Baracoa, de vital importancia para el transporte y el turismo. La cantera Maraví cuenta con un total de 34 trabajadores vinculados directamente a la producción y 4 de forma indirecta. Se mantiene un índice de ausentismo inferior al 20 %.

3.2 Aplicación y selección de las variables e indicadores de la mEIC en la cantera Maraví.

En la actualidad, no es suficiente con realizar únicamente un análisis de viabilidad económica a la hora de definir una explotación o proceder a su apertura, se deben tener en cuenta otras componentes de la viabilidad: tecnología (eficiencia y calidad), medio ambiente, seguridad y aceptación social, Martínez - Segura (2009).

En el diagnóstico se examinan y mejoran los sistemas y prácticas del sistema de trabajo interno y externo de la cantera en todos sus niveles. Para tal efecto se utiliza una gran diversidad de herramientas, dependiendo de la profundidad deseada, de las variables que se quieran investigar, de los recursos disponibles y de los grupos o niveles específicos entre los que se van a aplicar.

La selección de las variables e indicadores se llevó a cabo teniendo en cuenta como base la matriz descrita por Martínez - Segura (2009) adaptando la está a las condiciones específicas del país y de la cantera en estudio, mediante el criterio de los profesores de la universidad de Moa y el intercambio con los especialistas de la Empresa de Materiales de la Construcción Guantánamo y la cantera Maraví

Para el presente trabajo se tomó como base el cumplimiento de la legislación minera, características geológicas y minero – técnicas del yacimiento y la situación socio – económica donde se encuentra el mismo.

Tras la valoración realizada con los especialistas y el autor, se eliminaron algunas variables e indicadores y se adicionando otras a su vez, quedando finalmente 21

variables y 149 indicadores que se relacionan de acuerdo al orden de preferencia obtenido por los especialistas.

1. Cantera

- Posee concesión minera aprobada
- Posee informe geológico aprobado y actualizado
- Posee proyecto minero aprobado y actualizado
- Se explota el yacimiento según proyecto minero
- Cumplimiento del plan anual de minería
- Posee plano topográfico actualizado del yacimiento
- Sistema de explotación
- Estado técnico de drenaje
- Calidad en los frentes de trabajo
- Altura total de los frentes
- Altura de los bancos

2. Reservas Técnicas

- Existencia de las reservas técnicas planificadas
- Existe secuencia de preparación de reservas
- Reflejo en el plano topográfico las reservas técnicas
- Estado de las reservas
- Se controlan las reservas técnicas del yacimiento

3. Estabilidad del frente

- Grado de fracturación del frente
- Se sanean y limpian los frentes
- Existe frente invertido
- Presencia de estratificación
- Presencia de fallas
- Situación de fallas

4. Límites de explotación

- Están documentados y señalizados los vértices de la concesión
- Posee vértices de explotación según resolución de la ONRM
- Mantenimiento anual a los vértices

5. Estado de las plataformas

- Ancho del trabajo según el proyecto
- Limpieza
- Seguridad de las plataformas y taludes

6. Acarreo con buldócer

- Cumplimiento con el plan de acarreo mensual
- Estado técnico del equipo(CDT)
- Cumplimiento con el índice de consumo de diésel

7. Estado de las vías de acceso

- Ancho de las vías según proyecto
- Pendiente según proyecto
- Disposición de sistema anticaídas
- Disposición de sistema de señalización en canteras
- Asfaltado de las pistas y accesos
- Realización de mantenimientos planificados
- Existencia de esquema de parque para mantenimiento

8. Red de perforación propuesta

- Confección y cumplimiento del pasaporte de perforación
- Los equipos cumplen con productividades planificadas
- Poseen captadores de polvo
- Los operarios poseen los medios de seguridades requeridos
- Diámetro de perforación
- Se controla la perforación ejecutada en el yacimiento

9. Carga de los barrenos y voladura

- Cumplimiento del pasaporte de voladura planificado
- Se obtiene la granulometría planificada
- Cumplimiento del índice de consumo planificado
- Tipo de explosivo adecuado
- Sistema de iniciación utilizado
- Se mide la generación de polvo producida
- Proyecciones fuera de los límites previstos

10. Carga y transporte

- Sistema de carga y transporte

- Estado técnico del equipo
- Correspondencia de equipo de carga con medios de transporte
- Distancia del frente a la tolva primario
- Cumplimiento de índice de consumo de diésel
- Equipos cumplen productividades planificadas
- Sistema de apantallamiento natural o artificial
- Circulación a través de la población

11. Fragmentación secundaria

- Situación de las rocas sobre medidas
- Se realiza fragmentación secundaria planificada
- Método utilizado para la fragmentación secundaria
- Estado técnico del equipamiento utilizado

12. Escombrera

- Ubicación y parámetros técnicos
- Ejecución según el proyecto
- Se depositan adecuadamente el material

13. Planta de procesamiento

- Cumplimiento del proyecto de procesamiento
- Cumplimiento del plan de producción
- Existencia del proyecto de procesamiento actualizado y aprobado
- Adecuado flujo tecnológico
- Acopios próximos a la tolva primaria
- Sistema de apantallamiento superficial o natural (efectividad)
- Señalización adecuada de las instalaciones
- Dispone de sistema de control de la producción
- Grado de automatización
- Cerramiento de la tolva de alimentación de la trituradora
- La tolva de alimentación dispone sistemas de reducción de los niveles sonoro
- Sistema de eliminación de polvo
- La tolva dispone de barrera no franqueable
- La tolva dispone de sistema de amortiguación

- Existen fragmentos de materiales en los accesos
- Dispone de medios para el control de descarga
- Dispone de caseta de control
- La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene de trabajo
- Los transportadores disponen de detectores de metales (los necesarios)
- Los transportadores disponen de sistemas de control de producción (los necesarios)
- Los transportadores se encuentran cubiertos
- Los transportadores disponen de protección de las correas de los motores (cubre poleas)
- Los transportadores disponen de protección de tambores (carenado del tambor de cola)
- Los transportadores disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista
- Los tambores de cola están en una altura adecuada
- Cerramientos del sistema de trituración
- Cerramientos de los equipos de molienda
- Dispone de caseta de control de operaciones en la zona de clasificación
- Dispone de control remoto para el funcionamiento de los molinos
- La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene del trabajo
- Dispone de sistema que reduzca el ruido en la alimentación y descarga de los equipos de trituración
- Dispone de sistema que reduzca el polvo en la alimentación y descarga de los equipos de trituración
- Los acopios disponen de protección contra el viento
- Se emplean agentes químicos como medida de protección contra el viento
- La carga del material de los acopios se realiza por la cinta transportadora
- Altura de caída adecuada
- Sistema de eliminación o reducción de polvo en la descarga de los silos
- Señalización adecuada en las instalaciones
- Situación de la planta con respecto a la orografía de terreno
- Nivel de mantenimiento de las instalaciones
- Se dispone de arrancador de frecuencia

- Se dispone de instalación de condensadores
- Consumo eléctrico (KW/m³)
- Disponen de sala de cuadros eléctricos
- Estado de la sala de cuadros eléctricos
- Estado de canalizaciones eléctricas
- Disponen de taller
- Estado de taller
- Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustible y aceites
- Consumo de diésel (l/m³)
- Existencia de un plan de residuos asimilables
- Dispone de surtidor propio
- Riegos de vías al día (dependiendo de la zona de la cantera)
- Dispone de salas comedor para los trabajadores
- Dispone la sala de aseo según norma de seguridad e higiene en el trabajo
- Dispone de laboratorio de planta
- Dispone de sistema de gestión medioambiental NC ISO 14001
- Dispone de sistema de gestión calidad NC ISO 9001-245
- Dispone de sistema de la seguridad OSHAS
- Balance de material (aprovechamiento de la planta)
- Venta del material

14. Control de servicios recibidos

- Subcontratación de la perforación y voladura
- Cumplimiento del costo de perforación y la voladura
- Subcontratación de la carga y transporte
- Cumplimiento con costos de carga y transporte

15. Empleo

- Número medio de empleo directo
- Número medio de empleo indirecto
- Número de jornadas de trabajo
- Índice de ausentismo

16. Capacitación

- Horas de capacitación profesional

- Horas de capacitación de seguridad y salud

17. Accidentes

- Número de accidentes mortales
- Número de horas pérdidas por accidentes
- Índice de incidencia

18. Inversión

- Dispone la empresa de hoja de reclamación al servicio del ciudadano
- Comunicación con la población
- Se dispone de plan de inversión a corto y mediano plazo

19. Transporte Exterior

- Distancia media de transporte desde punto de extracción hasta los puntos de carretera
- Proporción de transporte de carretera con respecto al total

20. Incidentes medio ambientales

- Incidentes medio ambientales
- Impacto visual
- Nivel de rehabilitación de la cantera

21. Seguridad minera

- Existe proyecto de seguridad minera actualizado y aprobado
- Está basado en las resoluciones leyes y decretos pertinentes
- Se cumple proyecto de seguridad minera

3.3 Cálculo de la mEIC para el yacimiento Maraví.

El cálculo de la mEIC se desarrolla a partir de la secuencia que se ha explicado en el capítulo II, con los datos obtenidos en el campo (ver tabla 6). Se realiza la evaluación basándose en la tabla de criterio de evaluación (ver Anexo 1).

Tabla 6. Variables e indicadores

Variables e indicadores	Valoración Técnica				Valoración Medio - Ambiente				Valoración Seguridad				Valoración Económica				Valoración Social					
	C	v(0-5)	I%	p	valor	v(0-5)	I%	p	valor	v(0-5)	I%	p	valor	v(0-5)	I%	p	valor	v(0-5)	I%	p	valor	
Cantera																						
Posee concesión minera aprobada	Si	5	100	5		5	60	3		5	80	4		5	100	5					0	
Posee informe geológico aprobado y actualizado	Si	5	100	5		5	50	2.5				0		5	90	4.5					0	
Posee proyecto minero aprobado y actualizado	Si	5	100	5		5	100	5		3	80	2.4		3	100	3					0	
Se explota el yacimiento según proyecto minero	No	2	90	1.8		3	100	3		2	70	1.4		2	100	2					0	
Cumplimiento del plan anual de minería	No	2	90	1.8				0				0		2	100	2					0	
Posee plano topográfico actualizado del yacimiento	Si	5	100	5				0				0				0					0	
Sistema de explotación	banco descendente	0	50	0		2	70	1.4				0				0					0	
Estado técnico de drenaje	Malo	0	80	0				0		2	100	2				0					0	
Calidad en los frentes de trabajo	Mala	0	100	0	52			0	24	2	100	2	26.5		0	24				0	0	126.5
Altura total de los frentes	-	0	40	0	23.6			0	14.9			0	13		0	16.5				0	0	68
Altura de los bancos	-	0	50	0	45.4			0	60.1	2	60	1.2	49.1		0	68.8				0	-	53.8
Reservas Técnicas																						

Existencia de las reservas técnicas planificadas	Si	5	60	3				0				0				0			
Existe secuencia de preparación de reservas	Si	5	50	2.5				0				0				0			
Reflejo en el plano topográfico las reservas técnicas	Si			0	20			0				0				0			20
Estado de las reservas	Regular	3	60	1.8	9.7			0				0				0			9.7
Se controlan las reservas técnicas del yacimiento	Si	3	80	2.4	48.5			0				0				0			48.5
Estabilidad del frente																			
Grado de fracturación del frente	problema con el carso			0				0		3	100	3				0			0
Se sanean y limpian los frentes	Si			0				0		3	80	4				0			0
Existe frente invertido	No			0				0		0	70	0				0			0
Presencia de estratificación	No			0	5			0		0	80	4	25			0			0
Presencia de fallas	Si	5	40	3.5	3.5			0		5	90	4.5	17.9			0			0
Situación de fallas	Regular			0	70			0		3	80	2.4	71.6			0			0
Límites de explotación																			
Están documentados y señalizados los vértices de la concesión	Si	5	40	2	6.25	5	70	3.5	7.5			0				0			0
Posee vértices de explotación según resolución de la ONRM	Si	5	85	4.25	6.25	5	80	4	7.5			0				0			0
Mantenimiento anual a	si				100				100			0				0			0

Red de perforación propuesta																				
Confección y cumplimiento del pasaporte de perforación	no	0	100	0				0				0		0	100	0			0	
Los equipos cumplen con productividades planificadas	regular	3	100	3				0				0				0			0	
Poseen captadores de polvo	no			0		0	90	0		0	80	0				0			0	
Los operarios poseen los medios de seguridades requeridos	si	5	80	4	24			0	4	5	100	5	9		0	5			0	42
Diámetro de perforación	85-115	5	100	5	17			0	0			0	5		0	0			0	22
Se controla la perforación ejecutada en el yacimiento	si	5	100	5	70.83			0	0			0	55.5		0	100			0	52.4
Carga de los barrenos y voladura																				
Cumplimiento del pasaporte de voladura planificado	no	0	80	0				0							0				0	
Se obtiene la granulometría planificada	parcial	3	100	3				0							0				0	
Cumplimiento del índice de consumo planificado	si	5	70	3.5										5	100	5				
Tipo de explosivo adecuado	Sen. Mag, Forte l y Anfo			0				0							0				0	
Sistema de iniciación utilizado	Det. E+si	5	40	2	24			0				0	4		0	5			0	33

	st. None l																					
Se mide la generación de polvo producida	no	0	30	0	8.5			0			0	0			0	5			0	13.5		
Proyecciones fuera de los límites previstos	no			0	35.41			0		0	80	0	0			0	100			0	40.9	
Carga y transporte																						
Sistema de carga y transporte	cargador-camión			0				0				0							0			
Estado técnico del equipo	regular	3	80	2.4				0				0				0			0			
Correspondencia de equipo de carga con medios de transporte	si	5	95	4.75				0				0				0			0			
Distancia del frente a la tolva primario	1.3 Km			0				0				0				0			0			
Cumplimiento de índice de consumo de diésel	si	5	100	5				0				0	5	100	5				0			
Equipos cumplen productividades planificadas	parcial	3	100	3	18.75			0	4.65			0	3.25			0	5		0	2	33.65	
Sistema de apantallamiento natural o artificial	natural			0	15.15	3	93	2.79	2.79	3	65	1.95	1.95			0	5		0	2	26.89	
Circulación a través de la población	si			0	80.8			0	60			0	60			0	100	5	40	2	100	79.9
Fragmentación secundaria																						
Situación de las rocas sobre medidas	15%	0	68	0				0				0				0			0			
Se realiza fragmentación secundaria planificada	si	4	70	2.8	9.4			0				0				0			0		9.4	
Método utilizado para la fragmentación	M.H			0	4.3			0				0				0			0		4.3	

secundaria																				
Estado técnico del equipamiento utilizado	regular	3	50	1.5	45.7			0			0			0			0			45.7
Escombrera																				
Ubicación y parámetros técnicos	si	5	20	1	1			0	0			0	6			0			0	7
Ejecución según el proyecto	no			0	1	0	60	0	0	0	40	0	1.5			0			0	2.5
Se depositan adecuadamente el material	no			0	100			0	0	3	30	1.5	25			0			0	35.7
Planta de procesamiento																				
Cumplimiento del proyecto de procesamiento	si	5	100	5		5	80	4		5	40	2		5	100	5			0	
Cumplimiento del plan de producción	parcial	3	90	2.7				0				0		3	100	3			0	
Existencia del proyecto de procesamiento actualizado y aprobado	si	5	90	4.5		5	40	2				0				0			0	
Adecuado flujo tecnológico	si	5	90	4.5				0				0				0			0	
Acopios próximos a la tolva primaria	no	5	40	2				0				0				0			0	
Sistema de apantallamiento superficial o natural (efectividad)	natural			0				0		4	80	3.2				0			0	
Señalización adecuada de las instalaciones	0%			0				0		0	100	0				0			0	
Dispone de sistema de control de la producción	50%	3	80	2.4				0				0				0			0	
Grado de automatización	50%	3	65	1.95				0				0				0			0	
Cerramiento de la tolva de alimentación de la	no			0				0		0	70	0				0			0	

trituradora																				
La tolva de alimentación dispone sistemas de reducción de los niveles sonoro	no			0				0		0	40	0				0				0
Sistema de eliminación de polvo	no			0		0	90	0		0	70	0				0				0
La tolva dispone de barrera no franqueable	no			0				0		0	80	0				0				0
La tolva dispone de sistema de amortiguación	si			0				0		5	70	3.5				0				0
Existen fragmentos de materiales en los accesos	si			0				0		5	40	2				0				0
Dispone de medios para el control de descarga	si	5	50	2.5				0		5	70	3.5				0				0
Dispone de caseta de control	si	5	80	4				0		5	60	3				0				0
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene de trabajo	si			0				0		5	100	5				0				0
Los transportadores disponen de detectores de metales (los necesarios)	0%	0	30	0				0				0				0				0
Los transportadores disponen de sistemas de control de producción. (los necesarios)	100%	5	40	2				0				0				0				0
Los transportadores se encuentran cubiertos	0%			0				0		0	40	0				0				0
Los transportadores disponen de protección	80%			0				0		4	100	4				0				0

de las correas de los motores(cubre poleas)																				
Los transportadores disponen de protección de tambores (carenado del tambor de cola)	60%			0			0		3	80	2.4				0				0	
Los transportadores disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista	100%			0			0		5	100	5				0				0	
Los tambores de cola están en una altura adecuada	100%			0			0		5	100	5				0				0	
Cerramientos de los equipos de trituración	100%			0			0		5	100	5				0				0	
Cerramientos de los equipos de molienda	100%			0			0		5	100	5				0				0	
Dispone de caseta de control de operaciones en la zona de clasificación	si	5	40	2			0		5	50	2.5				0				0	
Dispone de control remoto para el funcionamiento de los molinos	si	5	60	3			0				0				0				0	
Dispone de sistema que reduzca el ruido en la alimentación y descarga de los equipos de trituración	0%			0		0	80	0		0	70	0			0				0	
Dispone de sistema que reduzca el polvo en la alimentación y descarga de los equipos de trituración	0%			0		0	80	0		0	70	0			0				0	
Los acopios disponen	0%			0			0		0	60	0				0				0	

de protección contra el viento																				
Se emplean agentes químicos como medida de protección contra el viento	no			0		0	80	0		0	70	0				0				0
La carga del material de los acopios se realiza por la cinta transportadora	100%			0				0		5	80	4				0				0
Altura de caída adecuada	100%			0				0		5	60	3				0				0
Sistema de eliminación o reducción de polvo en la descarga de los silos	50%			0				0		3	30	0.9				0				0
Sistema de lavado de las ruedas y de la carga de los camiones	no			0				0		0	20	0				0				0
Señalización adecuada en las instalaciones	0%			0				0		0	100	0				0				0
Situación de la planta con respecto a la orografía de terreno	superior			0				0		0	40	0				0				0
Nivel de mantenimiento de las instalaciones	regular	3	90	2.7				0				0				0				0
Se dispone de arrancador de frecuencia	si	5	50	2.5				0				0				0				0
Se dispone de instalación de condensadores	si	5	70	3.5				0				0				0				0
Consumo eléctrico KW/m ³	5.460 Kw/m ³	0	50	0				0				0				0				0
Disponen de sala de	si	5	20	1				0		5	30	1.				0				0

cuadros eléctricos											5							
Estado de la sala de cuadros eléctrico	bueno	4	30	1.2			0		4	50	2			0				0
Estado de canalizaciones eléctricas	bueno	5	20	1			0		5	60	3			0				0
Disponen de taller	no	0	30	0			0		0	20	0			0				0
Estado de taller	-	0	40	0			0				0		0	20	0			0
Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustible y aceites	si	5	50	2.5		5	100	5			0			0				0
Consumo de diésel (l/m³)	1.166 L/m ³	4	30	1.2			0				0			0				0
Existencia de un plan de residuos asimilables	si			0		3	70	2.1			0			0				0
Dispone de surtidor propio	no	0	40	0			0				0			0				0
Riegos de vías al día (dependiendo de la zona de la cantera)	no	0	30	0		0	50	0		0	30	0		0				0
Dispone de salas comedor para los trabajadores	no			0			0		0	20	0			0				0
Dispone la sala de aseo según norma de seguridad e higiene en el trabajo	no			0			0		0	40	0			0				0
Dispone de laboratorio de planta	no	0	40	0			0				0			0				0
Dispone de sistema de gestión medioambiental NC ISO 14001	si			0		5	100	5			0			0				0
Dispone de sistema de gestión calidad NC ISO 9001-245	si			0		5	100	5			0			0				0

Dispone de sistema de la seguridad OSHAS	si			0	77.15		0	43.5	5	100	5	122		0	16		0		258.65
Balance de material (aprovechamiento de la planta)	si	5	98	4.9	55.05		0	23.1			0	62.5		0	13		0		178.05
Venta del material	si			0	71.35		0	53.1			0	51.22	5	100	5	81.3		0	59.4
Control de servicios recibidos																			
				5											5				10
Subcontratación de la perforación y voladura	si	5	100	5	5		0				0			0	5		0		10
Cumplimiento del costo de perforación y la voladura	si			0	100		0				0		5	100	5	100		0	100
Empleo																			
Número medio de empleo directo		29		0			0				0			0		5	100	5	
Número medio de empleo indirecto		3			2											3	80	2.4	12
Número de jornadas de trabajo		1		0	1.6		0				0			0				0	9.8
Índice de ausentismo		0.2	4	40	1.6	80		0			0			0		4	60	2.4	81.66
Capacitación																			
					6							5							11
Horas de capacitación profesional		80%	4	50	2	4.8		0		4	40	1.6	4		0			0	8.8
Horas de capacitación de seguridad y salud		80%	4	70	2.8	80		0		4	60	2.4	80		0			0	80
Accidentes																			
Número de accidentes mortales		0		0	1.5		0		5	60	3	3		0		5	60	3	8
Número de horas pérdidas por		192	0	30	0	0		0			0	3		0				0	11

interferencias																						
Índice de incidencia	0%			0	0			0			0	100			0		5	100	5	100	88	
Inversión																						
Se dispone de plan de inversión a corto y mediano plazo	si			0				0			0				0		5	60	3	11	11	
Comunicación con la población	si			0				0			0				0		5	80	4	11	11	
Dispone la empresa de hoja de reclamación al servicio del ciudadano	si			0				0			0				0		5	80	4	100	100	
Transporte Exterior																						
Distancia media de transporte desde punto de extracción hasta los puntos de carretera	1 Km			0		5	40	2	2		0	0.2	5	60	3	3			0	0.8	8	
Proporción de transporte de carretera con respecto al total	70%			0				0	100	2	10	0.2	20		0	100	2	40	0.8	40	75	
Incidentes medio ambientales																						
Incidentes medio ambientales	no	0	50	0	2.5	0	100	0	15	0	60	0	3	0	80	0	4	0	90	0	4.5	29
Impacto visual	no			0	0	5	100	5	8			0	0			0	0			0	0	8
Nivel de rehabilitación de la cantera	regular			0	0	3	100	3	53.3			0	0			0	0			0	0	27.6
Seguridad minera																						
Existe proyecto de seguridad minera actualizado y aprobado	si			0				0		5	60	3	10		0				0		10	
Está basado en las resoluciones leyes y decretos pertinentes	si			0				0		5	40	2	5		0				0		5	
Se cumple proyecto de seguridad minera	no			0				0		0	100	0	50		0				0		50	

En la tabla 7 se presenta el resultado del recorrido vertical de todas las variables, el cual corresponde a la suma de todas las puntuaciones finales (p) de los indicadores de cada variable. Estos resultados permitieron, tanto la obtención de una visión global de toda la explotación, así como el análisis parcial de los aspectos evaluados.

Tabla 7. Resultado del recorrido vertical de las variables

Variables	Aspectos				
	Técnico	Medioambiental	Seguridad	Económico	Social
Var. 1					

Var.22					
	83	46	94	47	26

Mediante la división de la suma de las puntuaciones finales por la puntuación máxima posible del mismo aspecto, se calculó la totalidad de lo que se alcanzó en esta cantera con respecto a lo que debe obtenerse en una cantera modelo (índice específico).

Cálculo de índice específico técnico:

$$IndiceEspecifico = \frac{\sum p_{tecnico}}{\sum VM C_{e_{tecnico}}} * 100$$

$$IndiceEspecifico = \frac{83}{341.5} * 100$$

$$IndiceEspecifico = 24.30 \%$$

Cálculo de índice específico medio ambiental:

$$IndiceEspecifico = \frac{\sum p_{MA}}{\sum VM C_{e_{MA}}} * 100$$

$$IndiceEspecifico = \frac{46}{100.45} * 100$$

$$IndiceEspecifico = 45.79 \%$$

Cálculo de índice específico de seguridad:

$$IndiceEspecifico = \frac{\sum p_{seguridad}}{\sum VM C_{seguridad}} * 100$$

$$IndiceEspecifico = \frac{94}{264.25} * 100$$

$$IndiceEspecifico = 35.57 \%$$

Cálculo de índice específico económico:

$$IndiceEspecifico = \frac{\sum p_{económico}}{\sum VM C_{económico}} * 100$$

$$IndiceEspecifico = \frac{47}{71} * 100$$

$$IndiceEspecifico = 66.20 \%$$

Cálculo de índice específico social:

$$IndiceEspecifico = \frac{\sum p_{social}}{\sum VM C_{social}} * 100$$

$$IndiceEspecifico = \frac{26}{39.5} * 100$$

$$IndiceEspecifico = 65.82 \%$$

La figura 8 muestra la importancia que le confiere a cada aspecto el autor y el colectivo de especialistas consultados. Los pesos asignados a los aspectos que integran los criterios fueron considerados entre valores que oscilan entre 10 y 30, otorgándose el menor o mayor valor en dependencia de la importancia o nivel de significación.

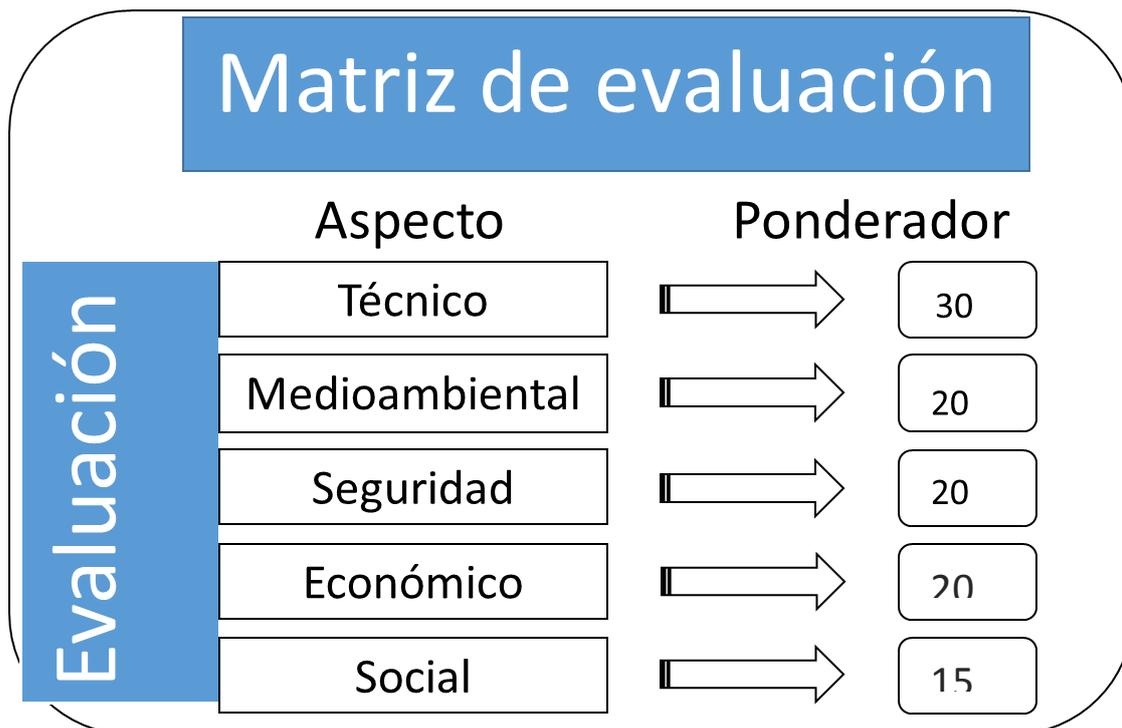


Figura 8. Importancia de los aspectos de evaluación a partir del análisis de la mEIC

La tabla 8 muestra el resultado final (índice mEIC) para la cantera evaluada, al aplicar los valores ponderados que se exponen en la figura III.1 para cada uno de los aspectos evaluados. También se muestran los índices específicos e índices globales obtenidos.

Tabla 8. Resultados de la cantera evaluada

Aspectos	Ponderadores	Índices específicos	Índices globales	
Técnicos	30	24.30%	7.29%	
Medioambientales	20	45.79%	9.16%	
Seguridad	20	35.57%	7.11%	
Económicos	20	66.20%	13.24%	Índice mEIC
Sociales	15	65.82%	9.87%	46.67%

El valor del índice mEIC, permite aproximarse a la realidad de la situación global de la cantera analizada. El resultado obtenido para el caso de estudio es de 46.67%, el cual otorga a la cantera una evaluación de regular.

CONCLUSIONES

1. Las consultas a especialistas y las visitas a la cantera permitieron seleccionar 21 variables y 149 indicadores para la mEIC de la cantera Maraví.
2. Con la aplicación de la mEIC se obtuvo como resultado una evaluación para el aspecto técnico de 24.30% el cual es el más bajo, en el aspecto medioambiente el resultado ha sido de 45.79%, en el de seguridad se obtuvo un 35.57% mientras que en los aspectos económico y social se obtuvieron 66.20% y 65.82% respectivamente.
3. El diagnóstico tecnológico realizado en la cantera de áridos Maraví permitió valorar de forma integral su desempeño con la calificación de REGULAR al obtener 46.67% como valor final del Índice mEIC.

RECOMENDACIONES

Utilizar este método de evaluación en otros sectores de la minería siempre y cuando se adecuen la variable e indicadores a las características de la mina a evaluar.

BIBLIOGRAFIA

1. Milián, E. (2012). Evaluación minero ambiental del yacimiento polimetálico, Santa Lucía de Pinar del Río, Cuba. *Revista Geología Minería*.
2. Montes de Oca-Risco, A, et al. (2013). "Recuperación de áreas dañadas por la minería en la Cantera Los Guaos, Santiago de Cuba, Cuba." *Luna Azul* No. 37.
3. Víctor (2015). Diagnóstico tecnológico de la cantera de áridos El Pilon de la provincia Holguín. Departamento de minas. Moa, ISMM.
4. Reyes, L. M. (2015). Diagnóstico tecnológico de la cantera de materiales para la construcción Yarayabo de la Provincia de Santiago de Cuba. Departamento de Minas. Moa, ISMM.
5. GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CUBA NO 3 Con Fecha 23/01/95 Ley 76. Ley De Minas.
6. Gonçalves, C. J. N. (2015). Diagnóstico tecnológico de cantera de árido los caliches de la provincia de Holguín. Departamento de minas. Moa, ISMM.
7. González, H. C. (2009). Evaluación de alternativas para la producción de áridos a pequeña escala. Departamento de ingeniería civil. Santa Clara, Cuba, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.
8. Hernández-Jatib, N., et al (2014). "Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción La Inagua, Guantánamo, Cuba." *Luna Azul*.
9. Lipardi, G. (2016). Diagnóstico tecnológico de la cantera de materiales para la construcción Los Guaos de la provincia Santiago de Cuba. Departamento de minas. Moa, ISMM.
10. LUACES FRADES, C. et al Área A: *El sector de los áridos, primera industria extractiva del mundo*. En IV Congreso Nacional de Áridos. Madrid, 2015.
11. LUACES FRADES, C. et al. Área A: *Las nuevas estrategias europeas sobre las materias primas*. En IV Congreso Nacional de Áridos. Madrid, 2015.
12. EXPLORA GEOLOGÍA. *Estudio sobre áridos: geología, legislación, medio ambiente, normativa, explotación y tratamiento*. [en línea]. 2010 [Consultado: marzo 2018]. Disponible en: www.explorageologia.com

13. GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CUBA NO 7, de fecha 11/07/1997. Ley 81 de "Medio Ambiente".
14. LEÓN R. R. *Diagnóstico Integral de la cantera de materiales para la construcción Peñas Altas uno de la provincia Santiago de Cuba*. (2018).
15. LÓPEZ-JIMENO, C. *Manual de áridos. s.l.: Entorno Gráfico*. 1994. 612 p.
16. MARTÍNEZ SEGURA, A. *Diagnóstico tecnológico del sector de los áridos y su aplicación a la región de Murcia*. [en línea] Trigueros Tornero. (tutor). Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena, 2009. 325 h. [Consultado: marzo 2018]. Disponible en: <http://repositorio.upct.es/handle/10317/1343>
17. MARTÍN TAPIA R. et al. Área B: *Acceso a los recursos. Medio ambiente y ordenación territorial*. En IV Congreso Nacional de Áridos. Madrid, 2015
18. MARRUGO PINO, J. *Análisis tecnológico (Diagnóstico tecnológico): herramienta de toma de decisiones y gestión del conocimiento*. [en línea]. Colombia, 2008. [Consultado: abril 2018]. Disponible en http://www.ing.unal.edu.co/eventos/gestec_innovacion/img/presentaciones/auditorio1/ponencias/3_pinojesus.pdf
19. NÚÑEZ, R. M. *Diagnóstico Integral de la cantera de materiales para la construcción Cañada Honda de la provincia Las túnas*. (2018).
20. PEÑALVER, C. "Los áridos como materia prima". Periódico La Razón. [en línea]. (26/09/04). (2004). [Consultado: abril 2018], Disponible en: http://www.almendron.com/politica/pdf/2004/spain/spain_1116.pdf
21. PEÑATE, L. *Caracterización de la industria extractiva de materiales de construcción en la provincia de Villa Clara*. Segunda Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Geociencias'2007 [CD-ROM]. La Habana, 2007.
22. Matos, C. *Diagnóstico tecnológico de la cantera de materiales para la construcción Victoria II de la provincia Habana*. . Departamento de minas. Moa, ISMM.
23. Haikera, J. *Diagnóstico tecnológico a la cantera de áridos San José Sur*. . Departamento de minas. Moa, ISMM.

24. WATSON, R. *Situación actual y perspectiva de la explotación de yacimientos de materiales de construcción* Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2008.
25. ROMERO A. *Caracterización y corrección del impacto ambiental provocado por la explotación a cielo abierto de yacimientos de materiales de construcción en la región Oriental*. Tesis Doctoral. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 1998.
26. PÉREZ SALAZAR, A. *Caracterización Minero–Ambiental de las Canteras en la Industria de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba*. Montes de Oca Risco. (tutor). Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2015. 75h.

ANEXOS

Anexo 1. Criterios de evaluación

	Técnico	M.A	Seguridad	Económico	Social
Cantera					
Posee concesión minera aprobada	si 5 no 0	si 5 no 0	si 5 no 0	si 5 no 0	
Posee informe geológico aprobado y actualizado	si 5 no 0	si 5 no 0		si 5 no 0	
Posee proyecto minero aprobado y actualizado	si 5 en proceso 3 no 0	si 5 no 0	si 5 no 0	si 5 no 0	
Se explota el yacimiento según proyecto minero	si 5 no 0	si 5 no 0	si 5 no 0	si 5 no 0	
Cumplimiento del plan anual de minería	si 5 no 0			si 5 no 0	
Posee plano topográfico actualizado del yacimiento	si 5 no 0				
Sistema de explotación	Vertido 5 Explotación tipo corta 5 Banco descendente 3 Banco ascendente 2	Explotación tipo corta 4 Banco descendente 2 Banco ascendente 1 Vertido 0			
Estado técnico de drenaje	Bueno 5 Regular 3 Malo 0		Bueno 5 Regular 3 Malo 0		
Calidad en los frentes de trabajo	Bueno 5 Regular 3 Malo 0		Bueno 5 Regular 3 Malo 0		
Altura total de los frentes	>20 5 20-15 4 15 3 15-10 2 <10 1				
Altura de los bancos	30-20 0 20-10 3 10-5 5		<20 5 >20 0		
Reservas Técnicas					
Existencia de las reservas técnicas planificadas	si 5 en proceso 3 no 0				
Existe secuencia de preparación de reservas	si 5 en proceso 3 no 0				
Reflejo en el plano					

topográfico las reservas técnicas					
Estado de las reservas	Bueno 5 Regular 3 Malo 0				
Se controlan las reservas técnicas del yacimiento	si 5 no 0				
Estabilidad del frente					
Grado de fracturación del frente			Bueno 5 Regular 3 Malo 0		
Se sanean y limpian los frentes			si 5 no 0		
Existe frente invertido			si 5 no 0		
Presencia de estratificación			si 5 no 0		
Presencia de fallas	si 5 no 0		si 5 no 0		
Situación de fallas			Bueno 5 Regular 3 Malo 0		
Límites de explotación					
Están documentados y señalizados los vértices de la concesión	si 5 no 0	si 5 no 0			
Posee vértices de explotación según resolución de la ONRM	si 5 no 0	si 5 no 0			
Mantenimiento anual a los vértices					
Estado de las plataformas					
Ancho del trabajo según el proyecto	si 5 no 0		si 5 no 0		
Limpieza	Bueno 5 Regular 3 Malo 0		Bueno 5 Regular 3 Malo 0		
Seguridad de las plataformas y taludes	Seguro 5 Inseguro 0		Seguro 5 Inseguro 0		
Acarreo con buldócer					
Cumplimiento con el plan de acarreo mensual	Bueno 5 Regular 3 Malo 0				
Estado técnico del equipo(CDT)	Bueno 5 Regular 3 Malo 0				
Cumplimiento con el índice de consumo de diésel				si 5 no 0	
Estado de las vías de acceso					

Ancho de las vías según proyecto	si 5 no 0		si 5 no 0		
Pendiente según proyecto	si 5 no 0		si 5 no 0		
Disposición de sistema anti caídas			si 5 no 0		
Disposición de sistema de señalización en canteras			si 5 no 0		
Asfaltado de las pistas y accesos	si 5 no 0		si 5 no 0		
Realización de mantenimientos planificados	si 5 no 0		si 5 no 0		
Existencia de esquema de parque para mantenimiento			si 5 no 0		
Red de perforación propuesta					
Confección y cumplimiento del pasaporte de perforación	si 5 no 0			si 5 no 0	
Los equipos cumplen con productividades planificadas	Bueno 5 Regular 3 Malo 0				
Poseen captadores de polvo		si 5 no 0	si 5 no 0		
Los operarios poseen los medios de seguridades requeridos	si 5 no 0		si 5 no 0		
Diámetro de perforación	>100 4 85-115 5 <85 3				
Se controla la perforación ejecutada en el yacimiento	si 5 no 0				
Carga de los barrenos y voladura					
Cumplimiento del pasaporte de voladura planificado	si 5 no 0				
Se obtiene la granulometría planificada	si 5 parcial 3 no 0				
Cumplimiento del índice de consumo planificado	si 5 no 0			si 5 no 0	
Tipo de explosivo adecuado					
Sistema de iniciación utilizado	Det. E+sist. Nonel 5 Det. NE+Tubo 4 Det. NE+Det. El+Hilo 4 Det. E+mecha 4 Det.E 5				
Se mide la generación de	si 5				

polvo producida	no 0				
Proyecciones fuera de los límites previstos			si 5 no 0		
Carga y transporte					
Sistema de carga y transporte					
Estado técnico del equipo	Bueno 5 Regular 3 Malo 0				
Correspondencia de equipo de carga con medios de transporte	si 5 no 0				
Distancia del frente a la tolva primario					
Cumplimiento de índice de consumo de diésel	si 5 no 0			si 5 no 0	
Equipos cumplen productividades planificadas	si 5 parcial 3 no 0				
Sistema de apantallamiento natural o artificial		si 5 no 0	si 5 no 0		
Circulación a través de la población					si 5 no 0
Fragmentación secundaria					
Situación de las rocas sobre medidas	>15% --0 15-10% --3 <10% --5				
Se realiza fragmentación secundaria planificada	si 5 parcial 3 no 0				
Método utilizado para la fragmentación secundaria					
Estado técnico del equipamiento utilizado	Bueno 5 Regular 3 Malo 0				
Escombrera					
Ubicación y parámetros técnicos	si 5 no 0				
Ejecución según el proyecto		si 5 no 0	si 5 no 0		
Se depositan adecuadamente el material			si 5 no 0		
Planta de procesamiento					
Cumplimiento del proyecto de procesamiento	si 5 no 0	si 5 no 0	si 5 no 0	si 5 no 0	
Cumplimiento del plan de producción	si 5 parcial 3 no 0			si 5 no 0	
Existencia del proyecto de	si 5	si 5			

procesamiento actualizado y aprobado	no 0	no 0			
Adecuado flujo tecnológico	si 5 no 0				
Acopios próximos a la tolva primaria	Diario -0 Fin de semana -3 No -5				
Sistema de apantallamiento superficial o natural (efectividad)			100% --5 50% --3 0% --0		
Señalización adecuada de las instalaciones			100% --5 50% --3 0% --0		
Dispone de sistema de control de la producción	100% --5 50% --3 0% --0				
Grado de automatización	100% --5 50% --3 0% --0				
Cerramiento de la tolva de alimentación de la trituradora			si 5 no 0		
La tolva de alimentación dispone sistemas de reducción de los niveles sonoro			si 5 no 0		
Sistema de eliminación de polvo		si 5 no 0	si 5 no 0		
La tolva dispone de barrera no franqueable			si 5 no 0		
La tolva dispone de sistema de amortiguación			si 5 no 0		
Existen fragmentos de materiales en los accesos			si 5 no 0		
Dispone de medios para el control de descarga	si 5 no 0		si 5 no 0		
Dispone de medios para el controlar el funcionamiento de los molinos	si 5 no 0		si 5 no 0		
Dispone de caseta de control	si 5 no 0		si 5 no 0		
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene de trabajo			si 5 no 0		
Los transportadores disponen de detectores de metales (los necesarios)	100%--5 50% --3 0% --0				
Los transportadores disponen de sistemas de control de producción. (los necesarios)	100%--5 50% --3 0% --0				

Los transportadores se encuentran cubiertos			100%--5 50% --3 0% --0		
Los transportadores disponen de protección de las correas de los motores(cubre poleas)			100%--5 50% --3 0% --0		
Los transportadores disponen de protección de tambores (carenado del tambor de cola)			100%--5 50% --3 0% --0		
Los transportadores disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista			100%--5 50% --3 0% --0		
Los tambores de cola están en una altura adecuada			100%--5 50% --3 0% --0		
Cerramientos de los equipos de trituración			100%--5 50% --3 0% --0		
Cerramientos de los equipos de molienda			100%--5 50% --3 0% --0		
Dispone de caseta de control de operaciones en la zona de clasificación	si 5 no 0		si 5 no 0		
Dispone de control remoto para el funcionamiento de los molinos	si 5 no 0				
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene del trabajo			si 5 no 0		
Dispone de sistema que reduzca el ruido en la alimentación y descarga de los equipos de trituración			100%--5 50% --3 0% --0		
Dispone de sistema que reduzca el polvo en la alimentación y descarga de los equipos de trituración		100%--5 50% --3 0% --0	100%--5 50% --3 0% --0		
Los acopios disponen de protección contra el viento			100%--5 50% --3 0% --0		
Se emplean agentes químicos como medida de protección contra el viento		si 5 no 0	si 5 no 0		
La carga del material de los acopios se realiza por la cinta transportadora			100%--5 50% --3 0% --0		
Altura de caída adecuada			si 5 no 0		

Sistema de eliminación o reducción de polvo en la descarga de los silos			100%--5 50% --3 0% --0		
Sistema de lavado de las ruedas y de la carga de los camiones			si 5 no 0		
Señalización adecuada en las instalaciones			100%--5 50% --3 0% --0		
Situación de la planta con respecto a la orografía de terreno			Inferior -5 Igual -3 superior -0		
Nivel de mantenimiento de las instalaciones	Muy bueno -5 Bueno -4 Regular -3 Malo -2 Muy malo -1 No existe -0				
Se dispone de arrancador de frecuencia	si 5 no 0				
Se dispone de instalación de condensadores	si 5 no 0				
Consumo eléctrico KW/m ³	<1.5 5 1.5-2 4 2 3 2-2.5 2 2.5-3 1 >3 0				
Disponen de sala de cuadros eléctricos	si 5 no 0		si 5 no 0		
Estado de la sala de cuadros eléctrico	Bueno -5 Regular -3 Malo -0		Bueno -5 Regular -3 Malo -0		
Estado de canalizaciones eléctricas	Bueno -5 Regular -3 Malo -0		Bueno -5 Regular -3 Malo -0		
Disponen de taller	si 5 no 0		si 5 no 0		
Estado de taller	Bueno -5 Regular -3 Malo -0		Bueno -5 Regular -3 Malo -0		
Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustible y aceites	si 5 no 0	si 5 no 0			
Consumo de diésel (l/m ³)	<1.1 5 1.2-2 3 >2 0				
Existencia de un plan de residuos asimilables		si 5 no 0			
Dispone de surtidor propio	si 5				

	no 0				
Riegos de vías al día (dependiendo de la zona de la cantera)	Adecuado -5 Medio -3 Inadecuado -0	Adecuado -5 Medio -3 Inadecuado -0	Adecuado -5 Medio -3 Inadecuado-0		
Dispone de salas comedor para los trabajadores			si 5 no 0		
Dispone la sala de aseo según norma de seguridad e higiene en el trabajo			si 5 no 0		
Dispone de laboratorio de planta	si 5 no 0				
Dispone de sistema de gestión medioambiental NC ISO 14001		si 5 no 0			
Dispone de sistema de gestión calidad NC ISO 9001-245		si 5 no 0			
Dispone de sistema de la seguridad OSHAS			si 5 no 0		
Balance de material (aprovechamiento de la planta)	si 5 no 0				
Venta del material				si 5 no 0	
Control de servicios recibidos					
Subcontratación de la perforación y voladura	si 5 no 0				
Cumplimiento del costo de perforación y la voladura				si 5 regular 3 no 0	
Empleo					
Número medio de empleo directo					20 5 5 3 0 0
Número medio de empleo indirecto					10 5 2 3 0 0
Número de jornadas de trabajo					
Índice de ausentismo	1 --0 0.7-0.4 --3 0 --5				1 --0 0.7-0.4 --3 0 --5
Capacitación					
Horas de capacitación profesional	100%--5 50% --3 0% --0		100%--5 50% --3 0% --0		
Horas de capacitación de seguridad y salud	100%--5 50% --3		100%--5 50% --3		

	0% --0		0% --0		
Accidentes					
Número de accidentes mortales			0 --5 >0 --0		0 --5 >0 --0
Número de horas pérdidas por interrupciones	0-50 --5 50-100 --3 100-200 --0				
Índice de incidencia					1 --0 0.7-0.4 --3 0 --5
Inversión					
Se dispone de plan de inversión a corto y mediano plazo					si 5 no 0
Comunicación con la población					si 5 no 0
Dispone la empresa de hoja de reclamación al servicio del ciudadano					si 5 no 0
Transporte Exterior					
Distancia media de transporte desde punto de extracción hasta los puntos de carretera		>10 --0 5-10 --3 <5 --5		>10 --0 5-10 --3 <5 --5	
Proporción de transporte de carretera con respecto al total			100%--5 50% --3 0% --0		100%--5 50% --3 0% --0
Incidentes medio ambientales					
Incidentes medio ambientales	si 5 no 0	si 5 no 0	si 5 no 0	si 5 no 0	si 5 no 0
Impacto visual		Nulo --5 Medio --3 Importante --0			
Nivel de rehabilitación de la cantera		Bueno --5 Regular --3 Malo --0			
Seguridad minera					
Existe proyecto de seguridad minera actualizado y aprobado			si 5 no 0		
Está basado en las resoluciones leyes y decretos pertinentes			si 5 no 0		
Se cumple proyecto de seguridad minera			si 5 no 0		

Anexo 2. Equipamiento técnico de la cantera



Anexo 3. Falta de elementos de protección en la planta de beneficio



Anexo 4. Agrietamiento en los taludes del acceso al molino primario



Anexo 4. Vista del apantallamiento natural de la cantera

