

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

**Diagnóstico integral de la cantera de materiales para la  
construcción Los Guaos sector III**

**Autor:** Rodrigues Alberto Tambi

Curso: 2018-2019

“Año 61 de la Revolución”

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

**Diagnóstico integral de la cantera de materiales para la  
construcción Los Guaos sector III**

**Autor:** Rodrigues Alberto Tambi

**Tutores:** Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés  
Dr. C. Rafael Noa Monjes

Curso: 2018-2019

“Año 61 de la Revolución”

## DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

**Yo: Rodrigues Alberto Tambi**

Autor de este Trabajo de Diploma y los tutores **Dra Mayda Ulloa Carcassés** y **Dr Rafael Noa Monjes**, 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: Rodrigues Alberto Tambi

---

Tutora: \_\_\_\_\_

---

Tutor: \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de Diploma a mi familia biológica, mis padres Ana Alberto y José Tambi Manga, a mis hermanos García Alberto Sungo (espero volver a verlo), Domingos Alberto Sungo, Domingos Alberto Tambi y a mis hijos Rodilson Tuliameni Tambi, Rosana Tuliameni Tambi y Rodrigo Leyva Tambi.

## **AGRADECIMIENTO**

Antes que todos permítanme agradecer a Jehová Dios por crear cosas tan maravillosas de que deleitarse en la vida y por ser infinitamente paciente conmigo hasta el día de hoy.

A mi Tutora Dra. Mayda Ulloa Carcassés y al Ing. Luis Miguel Reyes Chacón les agradezco mucho por su apoyo en el desarrollo del presente trabajo de Diploma.

Agradezco a todos mis profesores los que me ayudaron y los que no lo hicieron, todos ustedes son parte de este fruto, muchas gracias de corazón alegre.

Agradezco a mi Hijo chiquito por no dejarme dormir y así trabajar en la Tesis.

A toda mi familia por esperar todo ese tiempo y confiar que no les decepcionaría, gracias por la confianza que tuvieron en mí.

Quiero por último agradecer a todos mis colegas y amigos ya sea los de la Universidad como los de la sociedad en el que estoy o estuve injerido en algún momento de mi vida.

Y a todos cuantos hayan participado directa o indirectamente en mi trabajo, solo les tengo que decir muchas gracias.

## **RESUMEN**

El presente trabajo tuvo como objetivo general realizar un diagnóstico integral de la cantera de materiales para la construcción Los Guaos sector III. El trabajo se realizó sobre la base de la matriz de evaluación integral de canteras de áridos (mEIC). Para la aplicación de la misma se determinaron las variables e indicadores de la cantera, mediante consultas con especialistas de la empresa y el criterio de profesores de la Universidad de Moa y otros técnicos. Se obtuvieron un conjunto de 22 variables y 163 indicadores, para evaluar los aspectos técnico, medioambiental, seguridad, económico y social. Los resultados de la matriz de evaluación permitieron determinar el valor del índice mEIC, el cual indica el nivel de desempeño de la cantera de 78% respecto a una cantera modelo. Este valor porcentual está dentro del rango de evaluación con calificación de muy bien.

Palabras claves: diagnóstico integral, matriz de evaluación, cantera, áridos

## SUMMARY

The present work had as general objective to carry out an integral diagnosis of the quarry of materials for the construction The Guaos sector III. The work was carried out on the base of the womb of integral evaluation of quarries of arid (mEIC). For the application of the same one the variables and indicators of the quarry were determined, by means of consultations with specialists of the company and the approach of professors of the University of Moa and other technicians. A group of 22 variables and 163 indicators were obtained, to evaluate the aspects technician, environmental, security, economic and social. The results of the evaluation womb allowed to determine the value of the index mEIC, which indicates the level of acting of the quarry of 78% regarding a quarry model. This percentage value is inside the evaluation range with qualification of very well.

Passwords: integral diagnosis, evaluation womb, quarry, arid

## ÍNDICE

Dedicatoria .....	I
Agradecimiento .....	II
Pensamiento .....	III
Resumen.....	IV
Summary.....	V
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	14
1.1 Diagnóstico tecnológico integral .....	14
1.2 Antecedentes y estado actual de la temática.....	14
1.3 Importancia y particularidades de los áridos.....	15
1.4 Producción de áridos en Cuba.....	17
1.5 Documentos legales que amparan la investigación .....	18
1.6 Características generales del yacimiento Los Guaos sector III .....	20
1.6.1 Características geográficas de la región.....	20
1.6.2 Relieve.....	22
1.6.3 Clima .....	22
1.6.4 Red fluvial.....	22
1.6.5 Vegetación.....	22
1.6.6 Fauna .....	22
1.6.7 Características económicas de la región .....	23
1.6.8 Vías de comunicación.....	23
1.6.9 Características geológicas del yacimiento.....	23
1.6.9.1 Situación geólogo–estructural de la región.....	23
1.6.9.2 Estratigrafía de la región.....	24
1.6.9.3 Tectónica .....	24
1.6.9.4 Grado de complejidad del yacimiento.....	25
1.6.9.5 Características físico–mecánicas de la roca en el yacimiento.....	25
CAPÍTULO II: ETAPAS METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN .....	27
2.1 Etapas metodológicas de la investigación .....	27
2.2 Descripción del método utilizado .....	29

2.3 Descripción del procedimiento de aplicación de la mEIC. ....	30
<b>CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO INTEGRAL DE LOS GUAOS</b>	
<b>SECTOR III (Santiago de Cuba) .....</b>	<b>37</b>
3.1 Descripción de los aspectos evaluados en la cantera Los Guaos sector III de Santiago de Cuba .....	37
<input type="checkbox"/> Aspecto Técnico .....	37
<input type="checkbox"/> Aspecto medioambiental .....	41
<input type="checkbox"/> Aspecto de Seguridad.....	43
<input type="checkbox"/> Aspecto económico.....	44
<input type="checkbox"/> Aspecto social.....	44
3.2 Determinación de variables e indicadores .....	45
3.3 Valoración de variables e indicadores (Consulta de expertos) .....	51
3.4 Cálculo del Índice mEIC.....	52
Conclusiones.....	79
Recomendaciones .....	80
Referencias Bibliograficas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexos .....	83

## **PENSAMIENTO**

Si no quieres seguir teniendo los mismos resultados no sigas haciendo lo mismo.

Albert Einstein

## INTRODUCCIÓN

La práctica de producción de áridos empezó partiendo de la necesidad del ser humano de conseguir abrigarse de forma más segura y cómoda. Esto significa que desde hace miles de años el hombre ha venido explotando los recursos naturales generalmente de forma irracional, sin tener en cuenta los daños que se causaban en el medioambiente, no se atendía los aspectos relacionados con la seguridad del trabajo, ni los daños posibles a la sociedad y a las comunidades de su área de acción.

Actualmente con la creciente tasa de natalidad mundial además de los caprichos del ser humano, ha aumentado la demanda del mismo material de forma asombrosa, por esta causa se han ido mejorando cada día las técnicas y métodos de explotación de este recurso. Ahora bien, dicha demanda ha exigido el desarrollo de numerosos métodos y tecnologías de extracción con mayor producción y eficiencia, que al mismo tiempo han generado problemas ambientales a la sociedad humana.

Por lo que actualmente en vista de los muchos problemas que son identificados como fruto a la producción minera, se han ido tomando algunas medidas aplicando técnicas, métodos, herramientas, para mitigar o minimizar los daños y problemas que este sector genera.

A pesar de todo, la producción de los áridos tiene una gran importancia no solo a nivel nacional sino a nivel mundial, porque al igual que en la antigüedad estos materiales siguen siendo necesario para la construcción de viviendas de miles de personas, edificios con distintos fines sociales, la construcción de vías férreas, puertos, aeropuertos, carreteras y otros.

A nivel mundial esta industria llega a ser la de mayor volumen de roca removida del suelo con el fin de utilizarlo como material para la construcción en comparación con la minería metálica, de piedras preciosas u otros tipos de materias primas. Note que, para fabricar 1 m<sup>3</sup> de hormigón son necesarias entre 1,8 y 1,9 toneladas de áridos, para una vivienda familiar entre 100 y 300 toneladas, para un colegio de tamaño medio o un hospital entre 4 000y 15 000 toneladas, para un kilómetro de

vía de ferrocarril unas 10 000 toneladas y para un kilómetro de autopista unas 30 000 toneladas (Rodríguez, 2008).

En Cuba por ejemplo, la producción de áridos es cada vez más intensa debido a la creciente necesidad de construcción de viviendas para las personas que han perdido sus hogares por desastres naturales así como por la construcción de infraestructuras destinadas al turismo, edificios estatales, entre otros.

La explotación minera por caracterizarse como una actividad responsable de muchos impactos negativos sobre el medio ambiente, necesita de un control especial en su desarrollo. Para ello se debe evaluar los principales aspectos que influyen en su desarrollo, tales como, aspectos técnicos, medioambientales, de seguridad, económico y social. La evaluación de dichos aspectos se logra mediante la realización de un diagnóstico tecnológico integral.

Ahora bien, para mantener la satisfacción de la demanda de dichos materiales, en el sector de los áridos, además de realizarse nuevas inversiones que garanticen la calidad y eficiencia de dichos servicios, es importante que en las canteras se realicen evaluaciones que permitan conocer el desempeño de las mismas de forma general, la cual se puede realizar mediante la utilización de distintas herramientas, una de las cuales es la matriz de Evaluación Integral de Canteras (mEIC).

En la Universidad de Moa (UM) "Dr. Antonio Núñez Jiménez" durante el período 2015-2018 se desarrolló el proyecto de investigación Caracterización minero ambiental de las canteras de materiales para la construcción del este de Cuba. En el mismo se aplicó la matriz de Evaluación Integral de Canteras de Áridos (mEIC) basada en la metodología mECA elaborada por Martínez (2009) perfeccionada acorde a las características del sector de los áridos cubano y al modelo económico del país.

La mEIC es una herramienta de benchmarking que analiza variables e indicadores específicos de cada cantera para evaluar el desempeño de las canteras en los aspectos técnicos, medioambientales, económicos, de seguridad y sociales. En el proyecto participan la Empresa de Servicios Geológicos Mineros (EXPLOMAT), el Centro de Investigación y Desarrollo de Materiales de Construcción (CIDMC), y las

Empresas de Materiales de Construcción (EMC) de las provincias Holguín, Guantánamo, Santiago de Cuba, Granma y Las Tunas. Además, también se incorporó la Empresa de Canteras del MICONS de la Habana y estudiantes de pregrado y postgrado.

La cantera Los Guaos sector III realiza la extracción de su mineral útil por medio de arranque con perforación y voladura. En la cantera se extrae porfirita andesítica, que luego es transportada a las plantas de procesamiento mecánico. En una de las dos plantas se tritura el material hasta granulometría muy pequeña, se produce polvo de piedra con 0% de arcilla. El proceso húmedo de esta consiste en un lavado de la roca después de triturada finamente. La otra planta se encarga de producir granos gruesos, medios (gravas) y finos (arenas).

En esta cantera se realizó un diagnóstico tecnológico en el sector II pero en el Sector III, puesto en explotación recientemente, no se ha desarrollado aun una evaluación integral de su desempeño, por lo que, el **problema** de esta investigación es la necesidad de realizar el diagnóstico tecnológico integral de la cantera Los Guaos sector III mediante la utilización de la mEIC, para evaluar su desempeño en los aspectos técnico, ambiental de seguridad, del trabajo económico y social.

La evaluación integral de cantera de áridos constituye **el objeto de estudio** de este trabajo y su **objetivo general** consiste en realizar un diagnóstico integral del Sector III de la cantera de materiales para la construcción Los Guaos, para evaluar el estado actual de su desempeño.

Es así que su campo de acción está dado por la cantera de materiales para la construcción Los Guaos sector II.

La **hipótesis** de esta investigación plantea que si se realiza la caracterización de la cantera, se determinan, las variables y sus respectivos indicadores, se establecen la escala de valores de los mismos y se calcula el índice mEIC se puede realizar el diagnóstico integral del sector III de la cantera Los Guaos, sector III, para evaluar el estado actual de su desempeño.

Los **Objetivos específicos** para lograr el cumplimiento del objetivo general son:

1. Caracterizar de forma general el Sector III de la cantera Los Guaos sector III.
2. Determinar las variables y sus respectivos indicadores de la cantera Los Guaos sector III.
3. Establecer la escala de valores de los indicadores de cada variable seleccionada según criterios de expertos.
4. Calcular el índice mEIC de la cantera Los Guaos sector III.

## **CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente capítulo se ocupará de brindar información sobre los distintos trabajos e investigaciones sobre diagnóstico tecnológico realizadas a nivel nacional e internacional además de algunas definiciones generales.

Como se dice habitualmente “el mejor jugador es el que está sentado en las gradas incluido el entrenador” porque ve todas las posibilidades y oportunidades porque aun cuando para el que esté en el campo o en acción le parezca imposible, para él siempre se puede hacer algo. Parecido a eso, es el investigador que realiza el diagnóstico tecnológico, siempre se puede aportar algo que mejore ciertas dificultades en el proceso o actividad de una empresa o servicio.

### **1.1 Diagnóstico tecnológico integral**

En términos generales el diagnóstico tecnológico es un proceso en el cual se realiza un análisis detallado de todos los aspectos que intervienen en el desarrollo de una actividad que requiere la aplicación de determinada tecnología. El diagnóstico tecnológico permite conocer el desempeño y la situación tecnológica actual, identificando las fortalezas y oportunidades así como las debilidades y amenazas tecnológicas. Atendiendo la velocidad de cambios en la mejora tecnológica, este análisis se debería realizar periódicamente y de forma integral, según la necesidad e importancia de la actividad.

A nivel internacional existen diversas herramientas utilizadas para realizar el diagnóstico integral, en minería de entre las herramientas que se utilizan están la matriz de evaluación de canteras de áridos (mECA) elaborada por Martínez en 2009 y la matriz de evaluación integral de áridos (mEIC) elaborada en la Universidad de Moa desde 2015.

### **1.2 Antecedentes y estado actual de la temática**

En Cuba, como parte del proyecto relacionado, se han realizado investigaciones relacionadas con el diagnóstico integral en distintas canteras de materiales de la construcción del país. Para citar algunos ejemplos, Reyes en Yarayabo, Cutiño en La Inagua ambos en 2016. Del mismo modo, aplicaron la mECA. Gonçalves en el yacimiento Los Caliches, Correia en El Pilón, Almeida en Rio Nibujó y Lipardi (2016) realizó un diagnóstico tecnológico, en la cantera Los Guaos sector II de la

provincia de Santiago de Cuba. Posteriormente en el año 2017, Thiremo y Matos realizan diagnóstico tecnológico en las canteras San José Sur y Victoria II en la capital de país y Landrove en la cantera Cañada Honda, provincia Las Tunas,

Más adelante, en el 2018, Lamber en la cantera La Molina, Rosales en Peñas Altas Uno, Laurenço en el Cacao y Leyva en la mina de la empresa Comandante Ernesto Che Guevara realizan diagnósticos integrales aplicando la mEIC.

Estos trabajos han sido de gran utilidad para este autor, le han permitido familiarizarse con la metodología, establecer diferencias y semejanzas, comparar los resultados obtenidos en la valoración de la cantera que se estudia, teniendo en cuenta sus particularidades.

Actualmente en Cuba se está utilizando la matriz mEIC que se basa en el mismo principio de funcionamiento que la mECA elaborada por Martínez en 2009, pero transformada y perfeccionada tomando en consideración la realidad de la explotación de canteras de áridos y el modelo económico que se desarrolla en el país.

### **1.3 Importancia y particularidades de los áridos**

Los áridos no se consideraban una temática de mucha atención. Se consideraban como recursos minerales de escaso valor, por esta razón las grandes compañías mineras no invertían en este sector, hasta que hace un tiempo adquirió fuerza debido a la creciente demanda de esta materia prima en todo el mundo y los impactos negativos, principalmente de carácter medioambiental, generados por este sector. Ahora, se le da mayor importancia y atención a nivel internacional. En la actualidad, la acelerada demanda de productos de cantera ha obligado darle al sector una mayor atención semejante a la minería metalífera, petrolífera, entre otras, atendiendo además a los grandes problemas ambientales que genera esta explotación, que en la mayoría de los casos se requiere el movimiento de grandes volúmenes de rocas, lo que repercute negativamente sobre los ecosistemas.

Al utilizarse en la construcción de viviendas, hospitales, centros comerciales, obras de infraestructura, vías de ferrocarril, puertos, aeropuertos, carreteras; escuelas y demás obras tanto civiles como militares, constituyen un buen índice

de su actividad económica en cada momento, llegando a ser así, la producción de áridos, una de las mayores industrias mundiales.

Actualmente el desarrollo del sector de la construcción dado por el crecimiento del consumo de áridos convierte a la industria de materiales de la construcción como la industria minera más importante del momento en términos de volumen de producción ya que extrae más del 69% del total de materia primas minerales del mundo, además que el consumo de habitantes/año es superior a todos los demás tipos de minería.

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 (Fueyo Editores, 2016).

Por cuestiones medioambientales se nota que hay una tendencia decreciente en la extracción de áridos en algunos países industrializados de Europa Occidental como es el caso de Alemania, Francia, Reino Unido y países nórdicos. No obstante, en esos países la extracción de arenas y gravas de la plataforma continental están permitida y representa un importante volumen de producción, por lo que los áridos naturales en conjunto todavía representan más de 40% de la producción minera total. En el Reino Unido, aproximadamente el 60% de los áridos producidos corresponden a áridos de trituración, el 34% fueron arenas y gravas continentales y el 6% fueron áridos marinos (Fueyo Editores, 2016).

En España, sin embargo, la producción de áridos de la plataforma solo se autoriza para las obras de regeneración de playas y la construcción de puertos, por lo que no se incluyen en las estadísticas del comercio de áridos, por esa razón la extracción de gravas y arenas solo representa el 30% de la producción.

En América los indicadores económicos muestran que el sector de la construcción es uno de los sectores que más ha crecido. En República Dominicana durante décadas los ríos han aportado los grandes volúmenes de agregados demandados por la industria de la construcción, lo que ha provocado severos impactos negativos en los cauces, las márgenes y las terrazas de los ríos (Fueyo Editores, 2016).

Ante esa situación se impone la producción de agregados a partir de fuentes alternativas, entre las que se destacan los paleocauces, las terrazas fluviales, los abanicos aluviales y las canteras de rocas ígneas y sedimentarias.

En Argentina es muy empleada las arenas de ríos, las que aportan anualmente cinco millones de toneladas de arena para la construcción, este total es extraído por 47 empresas areneras del país. Más del 70% de esa extracción es enviada a Buenos Aires para la construcción. Los áridos más consumidos son procedentes de rocas trituradas con un 46.3%, seguidos por la arena y gravas con 40.5% mientras que los áridos marinos ocupan un 2.2%. También se pueden encontrar en los áridos de fuentes secundarias, los reciclados y reutilizados que representan el 8.3% junto con los artificiales que alcanzan el 2.6% (Rodríguez, 2008).

Si para fabricar 1 m<sup>3</sup> de hormigón son necesarias entre 1,8 y 1,9 toneladas de áridos, para una vivienda familiar entre 100 y 300 toneladas, para un colegio de tamaño medio o un hospital entre 4 000 y 15 000 toneladas, para un kilómetro de vía de ferrocarril unas 10 000 toneladas y para un kilómetro de autopista unas 30 000 toneladas (Rodríguez, 2008).

A nivel mundial, ¿cuánto material se ha movido o extraído, cuanto se está moviendo o extraendo y cuanto se seguirá extraendo? Analice usted si no es más que necesario tener un control del sector. Y una de las formas de hacerlo es conocer la realidad de la cantera y actuar en consecuencia.

#### **1.4 Producción de áridos en Cuba**

Particularmente en Cuba, a partir del triunfo de la Revolución, se ha acrecentado la demanda de nuevas obras de construcción, de carácter social, y con ello, se ha intensificado el desarrollo de la actividad minera. Asociado con esta actividad, se han realizado diversas investigaciones en el país, principalmente relacionadas con diagnósticos ambientales de canteras, 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, el insuficiente registro de datos oficiales sobre el crecimiento nacional de este sector y la falta de equipamiento para realizar la minería selectiva. Este último factor ha sido reportado por Castellano en

2014 como altamente determinante en el incumplimiento de los planes de producción (Jatib, 2017).

En el 2016 la producción de áridos según GEICON, alcanzó un volumen de 6 000 000 m<sup>3</sup> donde las plantas de la Empresa de Canteras aportaron 1 800 000 m<sup>3</sup>. La producción de árido en Cuba ha experimentado en los últimos años una creciente demanda, debido a que el país está realizando innumerables construcciones tanto de rehabilitaciones como construcciones nuevas de hoteles, lugares turísticos, de diversiones y la construcción de viviendas que sigue siendo un tema de gran necesidad y prioridad (Quintana, 2016).

### **1.5 Documentos legales que amparan la investigación**

La Asamblea Nacional del Poder Popular de la República de Cuba, en su sesión celebrada el 21 de diciembre de 1994, reelabora la legislación minera existente en armonía con la realidad socio – económica del país y aprueba la Ley No 76, Ley de minas que constituye la base legal de esta investigación.

Esta ley plantea en el **artículo 1** su denominación es Ley de Minas y que la misma tiene como objetivos establecer la política minera y las regulaciones jurídicas de dicha actividad de manera tal que garanticen la protección, el desarrollo y el aprovechamiento racional de los recursos minerales en función de los intereses de la Nación, trazando directivas obligatorias controladas por los funcionarios del Gobierno vinculados con la actividad.

En su **artículo 2** define que a los efectos de la Ley se entiende por recursos minerales todas las concentraciones de minerales sólidos y líquidos que existan en el suelo y en el subsuelo del territorio nacional, así como en el fondo marino y subsuelo de la zona económica marítima de la República, en la extensión que fija la ley.

Más adelante, su **artículo 14 recoge** la creación de la Oficina Nacional de Recursos Minerales, como la Autoridad Minera, e institución con personalidad jurídica, adscrita al Ministerio de la Industria Básica (actual Ministerio de Energía y Minas), y las atribuciones de la misma.

**Su artículo 41**, Expresa con relación a los concesionarios la obligación de:

Inciso c) preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones - ecológicas del área objeto de la concesión, elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto derivado de sus actividades; tanto en dicha área como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquellos que puedan ser afectados.

Inciso n) realizar investigaciones técnico – productivas, e introducir innovaciones tecnológicas relacionadas con el objeto de su concesión, para mejorar la eficiencia económica y el aprovechamiento de los recursos minerales.

Además de los artículos mencionados anteriormente se adiciona como respaldo de esta investigación la Ley 81 del Medio Ambiente, aprobada en la sesión del 11 de julio de 1997, la misma sobre la base del artículo 75 de la Constitución de la República de Cuba de 2019 plantea que "Todas las personas tienen derecho a disfrutar de un medio ambiente sano y equilibrado.

El Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo sostenible de la economía y la sociedad para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras".

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

El **artículo 57** del **capítulo VIII** dice que: El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con los organismos y órganos competentes, desarrollará las acciones que correspondan en función de preservar el medio ambiente.

Respecto al aspecto socioeconómico, el mismo está sustentado por los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el periodo 2016-2021 (de agosto 2017), que menciona los planteamientos siguientes:

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.

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.

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.

191. Recuperar e incrementar la producción de materiales para la construcción que aseguren los programas inversionistas priorizados del país (turismo, viviendas, industriales, entre otros).

192. 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.

## **1.6 Características generales del yacimiento Los Guaos sector III**

### **1.6.1 Características geográficas de la región**

El yacimiento Los Guaos se encuentra ubicado a 5 Km al oeste de la ciudad de Santiago de Cuba (figura 1.1) El área se encuentra en explotación desde enero de 1978 hasta la actualidad, cuyas plantas constituyen las principales abastecedoras de áridos en la provincia Santiago de Cuba (PARRA, 2004).

Las coordenadas Lambert del yacimiento son las siguientes:

X=600 340–600 800                      Y=155 400–156 800

El centro del yacimiento se encuentra situado en las coordenadas Lambert:

X= 559 500-602 500

Y=155 000-157 250

En el mapa geológico (figura 1.2) están ubicadas las plantas de procesamiento de la cantera así como sus reservas (el área que aparece en rojo), y las dos plantas

de la que está compuesta la cantera, están equipadas con tecnología SANDVIK y la otra con tecnología China

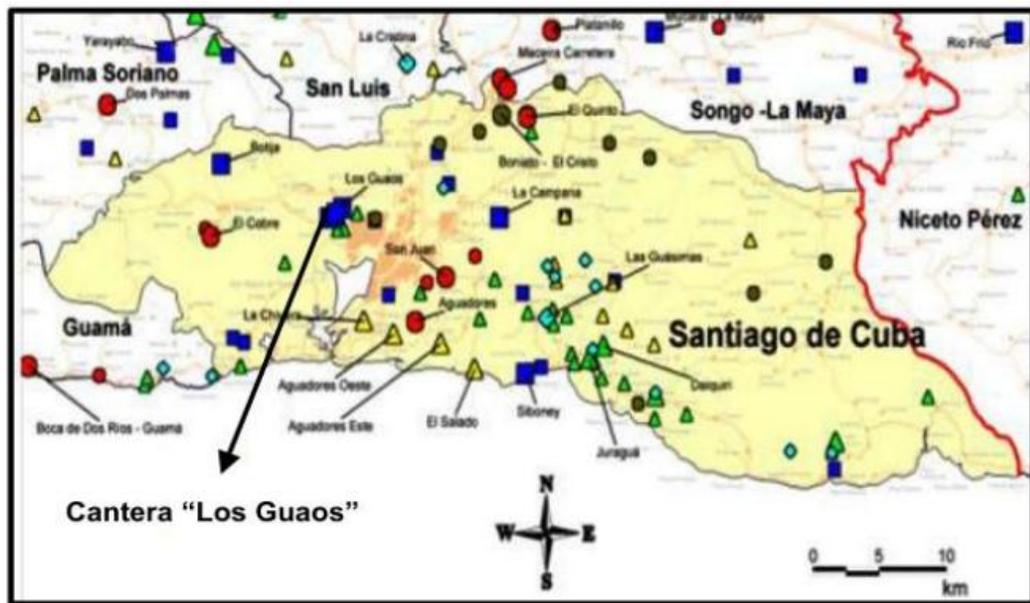


Figura 1.1 Ubicación de la Cantera Los Guaos (tomado de los informes de la empresa)

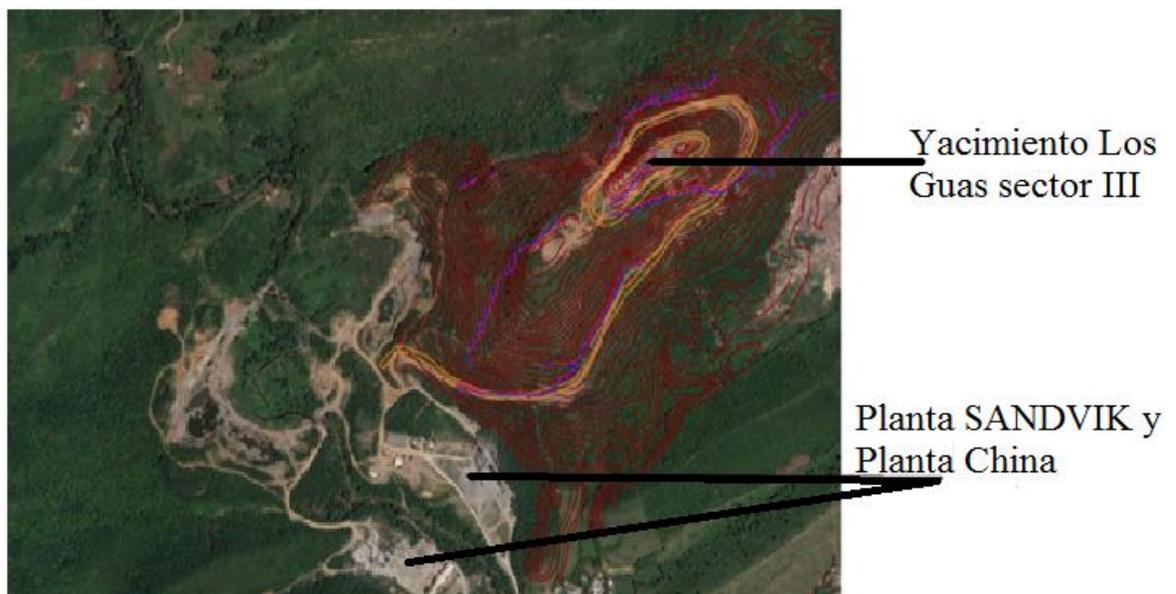


Figura 1.2 Mapa geológico del yacimiento Los Guaos (tomado de los informes de la empresa)

### **1.6.2 Relieve**

El relieve en la región se puede clasificar como semi-montañoso cuyo origen se relaciona con procesos tectónicos y erosivos. Al este del yacimiento se presentan las cotas más altas con valores de 231 m sobre el nivel del mar. Las cotas mínimas son de 50 m, esto es apreciable al oeste donde el relieve es más ondulado. Hacia el Este las elevaciones presentan pendientes suaves hacia el norte y abrupta Hacia el Sur (Rojas, 1981).

### **1.6.3 Clima**

El clima es tropical y seco, la temperatura media más alta en el periodo es de 31 °C, en agosto, en enero y febrero la media más baja es de 26 °C. La humedad relativa entre un 70 y un 75 %. Los vientos predominantes durante el día son las brisas marinas de hasta 12 km/h. La precipitación media anual es de entre los 800 a 1000 mm de lluvia (Rojas, 1981).

### **1.6.4 Red fluvial**

La red hidrográfica la forman los ríos Guaos y Gascón y algunos arroyos. Estos ríos corren con una dirección norte – sur, siendo de carácter intermitente en época de estiaje. El río Gascón pasa al este del yacimiento, nace al norte del área en las inmediaciones de la Sierra Puerto Pelado y desemboca en la bahía de Santiago atravesando en su recorrido rocas de la formación "El Cobre". El río Guaos nace al norte atraviesa el yacimiento y desemboca en la bahía de Santiago (Rojas, 1981).

### **1.6.5 Vegetación**

En la zona en que se encuentra enmarcada la cantera se puede encontrar una gran variedad de plantas y animales que conforman la diversidad biológica del yacimiento. Entre la variedad de especies de la flora se puede mencionar el mango (*Mangifera indica* L), el marabú (*Dichrostachys cinerea*), el almendro (*Terminalia catappa* L.), el guao (*Comocladia dentata* Jacq.), el palo bobo (*Cochlospermum vitifolium*), el almendrillo (*Reynosaia revoluta*) y la malagueta (*Anonáceas*) (Parra, 2003).

### **1.6.6 Fauna**

Entre los ejemplares de la fauna se puede encontrar la rana toro (*Lithobates catesbeianus*), el sapo común (*Bufo bufo*), la lagartija verde (*Teius teyou*), el majá

de Santamaría (*Epicrates angulifer*), el jubito (*Arrhyton vittatum vittatum*), la jutía conga (*Capromys pilorides pilorides*), la bayoya (*Leiocephalus stictigaster*), el zunzún (*Chlorostilbon ricordii*), el bobito (*Contopus caribaeus*), el negrito (*Melopyrrha nigra*), el totí (*Dives atrovioleaceus*), la tojosa (*Columbina passerina*), el aura tiñosa (*Cathartes aura*), el sinsonte (*Toxostoma rufum*), el murciélago (*Chiroptera*). (Parra, 2003)

#### **1.6.7 Características económicas de la región**

La zona no está densamente poblada, existe un asentamiento poblacional donde las viviendas en línea general tienen un estado regular, cerca del yacimiento encontramos como objetos socioeconómicos la Textilera "Celia Sánchez", y la fábrica de baldosas, las que constituyen fuente de empleo para los habitantes de esa zona. El nivel cultural de la población en sentido general es medio. (Parra 2003).

#### **1.6.8 Vías de comunicación**

Las principales vías de comunicación y acceso al yacimiento no presentan problemas, ya que están en buen estado, además existen otras vías o caminos alternos que garantizan las labores mineras.

#### **1.6.9 Características geológicas del yacimiento**

##### **1.6.9.1 Situación geólogo–estructural de la región**

El área del yacimiento forma parte del flanco del anticlinorium Sierra Maestra el cual se extiende a lo largo de 200 km con dirección sub-latitudinal con cierta desviación hacia el suroeste. En la región afloran las rocas de la formación "El Cobre", la que se encuentra dividida en tres miembros: Miembro Caney, Miembro Hongolosongo y Miembro Yarayabo, representado por diferentes tipos de rocas vulcanógenas y vulcanógeno-sedimentarias. Predominan: tobas, lavas de composición andesítica, andesítica-dacítica y dacítica, con estas rocas se intercalan tufitas y calizas, además, se asocian con este complejo vulcanógeno - sedimentario cuerpos hipabisales y diques de diversa composición. El yacimiento está formado por un cuerpo sub-volcánico de composición media a ácida, representado por porfirita andesítica-dacítica y dacítica, con forma alargada con dirección NE-SW. Las edades de estas rocas se ubican entre Paleoceno- Eoceno.

### **1.6.9.2 Estratigrafía de la región**

En el área afloran las rocas de la serie inferior del miembro Hongolosongo de edad Paleoceno-Eoceno medio.

El yacimiento está formado por un cuerpo sub – volcánico de composición media a ácida representado por porfirita andecítica – dacítica. El cuerpo de porfiritas se extiende en su máxima longitud de este a oeste con ángulo de buzamiento hacia el suroeste de  $70^{\circ}$  aunque en muchas partes difieren del buzamiento general.

Son notables también variaciones dentro del macizo, tanto en la composición mineralógica como en la granulometría.

Hacia el centro del yacimiento las rocas son de composición ácida, representada por porfirita dacítica mientras que hacia la periferia las rocas tienen composición media representada por porfirita andecítica–dacítica, también se observan variaciones en la granulometría a medida que aumenta la profundidad, las rocas generalmente presentan granulometría más fina.

Desde el punto de vista petrográfico en las rocas cerca de la superficie, es más notable la presencia de fenocristales de plagioclasas mientras en la profundidad predomina una estructura de granos más finos y homogéneos. También es notable la disseminación en algunas partes del yacimiento de sulfuros de cobre e hierro (pirita y calcopirita) en porcentajes no considerables.

Las rocas encajantes del cuerpo de porfiritas están representadas por rocas vulcanógenas-sedimentarias con composición media y ácida, entre las cuales predominan tobas de diferentes granulometrías, areniscas bobaceas, tufitas, etc.

En el área de estudio predominan las tobas cineríticas sobre todo al sureste del área, observándose bien estratificadas con espesor entre 10-20 centímetros con coloración variada.

### **1.6.9.3 Tectónica**

Las rocas de esta formación se encuentran afectadas por tectónica disyuntiva, presentándose la yacencia de la roca muy alterada, siendo los buzamientos abruptos o invertidos en algunas partes.

El área de estudio presenta gran desarrollo de las estructuras disyuntivas. Sobre todo, el agrietamiento en parte superior del macizo con buzamiento de  $70^{\circ}$  al

suroeste, cuyo agrietamiento se ve afectado grandemente en las partes de explotación, debido a la acción de los explosivos.

Las estructuras aplicativas no están muy desarrolladas en el área, existiendo pequeños pliegues de carácter local sobre todo en la parte encajante. Según el informe geológico de la Empresa de Geología de 1976, fueron denominadas algunas fallas por medio geofísico y fotografía aérea, las cuales no fueron comprobadas en el área. El macizo de porfiritas es atravesado por falla transversal la cual presenta una dirección aproximadamente NE-SW, esta falla puede observarse al oeste del río Los Guaos, donde aparecen los buzamientos invertidos. En la perforación se observa el agrietamiento, cuyo ángulo promedio con respecto al eje del testigo es entre 60-70°, en muchos casos aparecen llenos de zeolita y con oxidación en los planos de fractura.

#### **1.6.9.4 Grado de complejidad del yacimiento**

El Sector III de la cantera Los Guaos abarca un área de 176,797ha y la explotación se realiza mediante voladuras a diferentes niveles de profundidad. Por la característica del macizo objeto de estudio no se cataloga como un yacimiento complejo.

#### **1.6.9.5 Características físico-mecánicas de la roca del yacimiento**

La materia prima que se procesa proveniente del sector III y está constituida por rocas porfiritas andesítica - dacíticas y dacíticas de composición media y ácida entre las cuales predominan tobas de diferentes granulometrías, areniscas tobáceas, lutitas, etc. En el área de estudio predominan las tobas cineríticas bien estratificadas de coloración variada y sobreyaciendo, se encuentran las tobas psamíticas y psefiticas de composición media y ácida, muy alteradas y de color crema.

La porfirita fresca, color gris-verdosa, es dura, compacta, maciza en muchas partes con visible agrietamiento natural. La resistencia a la compresión presenta un valor mínimo de 800 Kg/cm<sup>2</sup> y máximo de 1200 Kg/cm<sup>2</sup>, un peso volumétrico con valores entre 2.55 y 2.61 g/cm<sup>3</sup> seco y saturado respectivamente y una absorción de 2.8 %, se nota para la fracción 20 - 40 mm una ligera disminución de

los valores de resistencia (tabla 1.1). En la tabla 1.2 (Anexo 3) se reflejan los valores medios de la composición química de la porfiritas andesítica - dacíticas. Estos datos provienen del proyecto de procesamiento de la planta China, informe geológico fornecido a la empresa de materiales de la construcción (EMC Santiago de Cuba, 2016), por la empresa de trabajos geólogo-mineros de la provincia de Santiago de Cuba, presenta los valores de las propiedades físico-mecánicas (tabla 1.1) de las rocas que componen el yacimiento Los Guaos.

Tabla 1.1 Magnitudes de propiedades físico-mecánicas de la roca del yacimiento

Propiedades físico-mecánicas	Magnitudes	Unidad de medida
Resistencia a la compresión	1200	Kg/cm <sup>2</sup>
Peso volumétrico	2,55	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico	2,61	g/cm <sup>3</sup>
Coeficiente de esponjamiento	1,5-1,8	---
Absorción	2,8	%
Porosidad	17,5	%
Densidad	2,8	g/cm <sup>3</sup>

Estos valores son muy pertinentes particularmente para la parte técnica de la cantera, a la hora de la selección de la maquinaria móvil (máquinas perforadoras, buldóceres, retroexcavadoras y camiones), al confeccionar el pasaporte de perforación y voladura (en la selección del tipo y cantidad de explosivos a utilizar) y para la selección del esquema de la plantas de procesamiento (características técnicas de las trituradoras, de las cribas y de las bandas transportadoras).

## **CAPÍTULO II: ETAPAS METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

Para dirigirse hacia un cumplimiento exitoso del objetivo de la presente investigación, es necesario el cumplimiento de diferentes etapas metodológicas de la investigación, las cuales se plantean en los párrafos siguientes.

En la investigación se aplicaron métodos de la investigación científica **teóricos y empíricos**

Los métodos empíricos utilizados:

- ⌚ **Observación:** para conocer la realidad y obtener información de la cantera de áridos Los Guaos, respecto a los aspectos o condiciones tecnológicas, situaciones medioambientales y cuestiones relacionadas con la seguridad e higiene en el trabajo.
- ⌚ **Entrevista:** a especialistas para determinar las variables y los indicadores, así como los criterios de evaluación de los mismos.
- ⌚ **Compilación:** para reunir y sistematizar información mediante la revisión de fuentes bibliográficas, orales, digitales.

Los métodos teóricos:

- ⌚ **Histórico-lógico:** para, recopilar información a través de antecedentes sobre la temática y en el campo de acción así como testimonio de los expertos en la materia y para analizar la trayectoria tecnológica de la cantera.
- ⌚ **Deductivo-Inductivo:** sirvió de identificación de las principales variables e indicadores que inciden en la evaluación de los aspectos ya mencionados.
- ⌚ **Hipotético-Deductivo:** se utilizó para la formulación de la hipótesis. Y por el análisis lógico-deductivo se llega a las conclusiones particulares del trabajo.

### **2.1 Etapas metodológicas de la investigación**

Las etapas metodológicas por las que fue posible la realización de la presente investigación se presentan a continuación:

- ⌚ **Primera etapa:** diseño teórico de la investigación; Recopilación y revisión de la información (Ordenar, clasificar y sistematizar la información) previa de la cantera tales como, documentos técnicos de explotación (planes organizativos de las actividades de explotación, proyectos de voladura, planes de

restauración del medio ambiente las medidas de seguridad y salud empleadas).

- ⌚ **Segunda etapa:** Determinación de variables e indicadores (Consulta de expertos) y Toma de datos “in situ” (La técnica minera; aspectos medioambientales, de seguridad, social y económico).
- ⌚ **Tercera etapa:** Valoración de variables e indicadores (Consulta de expertos).
- ⌚ **Cuarta etapa:** Cálculo del Índice mEIC.

En la figura 2.2 se muestra gráficamente la secuencia de desarrollo de cada etapa.

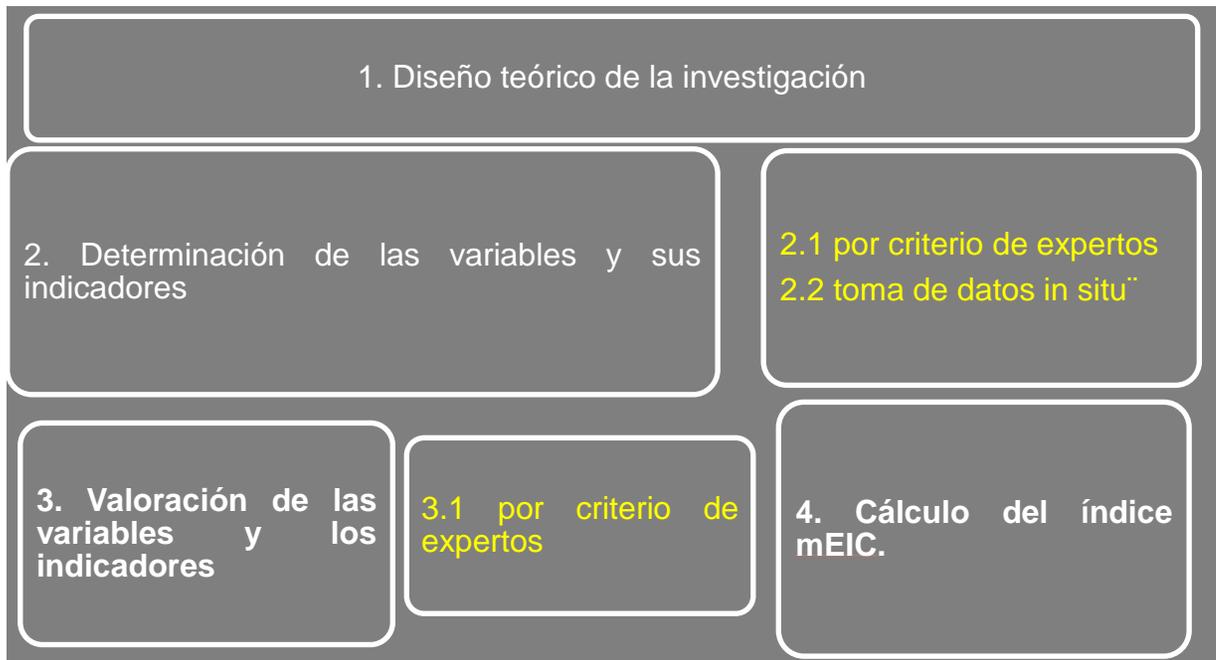


Figura 2.2. Gráfico de la secuencia de desarrollo de las etapas de la investigación.

En la **primera etapa** se elaboró el diseño teórico de la investigación, el cual constituye el esqueleto de la investigación, en él se definieron el problema, objeto de estudio, campo de acción, objetivo general, objetivos específicos y la hipótesis de la investigación. Además, en esta misma etapa se recopilaron y se revisaron todas las informaciones posibles a través de distintas fuentes.

En la **segunda etapa** de la investigación a través de la consulta a expertos, escenarios comparados y de los datos tomados in situ, se determinaron las variables y los indicadores a evaluar en la cantera en estudio. El grupo de expertos consultados lo constituye los especialistas y técnicos de la empresa de materiales de la construcción de Santiago de Cuba, especialistas de la dirección

provincial de los servicios geólogo-minero, profesores de la Universidad de Oriente de Santiago de Cuba y profesores de la Universidad de Moa.

En la **tercera etapa** se realizó la valoración de los indicadores mediante los criterios del grupo de especialistas mencionados en el párrafo anterior.

Y, en la **cuarta etapa** se calculó el índice mEIC, el cálculo se realizó una vez obtenido los resultados de la valoración y ponderación de los aspectos técnicos, medioambientales, seguridad, económico y social.

## **2.2 Descripción del método utilizado para calcular el Índice mEIC**

En este trabajo de diploma, con el fin de determinar el índice mEIC de la cantera de materiales de la construcción Los Guaos sector III, se realizó el diagnóstico integral aplicando como herramienta de cálculo la mEIC. Dicha herramienta permite evaluar el desempeño de las canteras de materiales de construcción según los términos (Leyes y Normas) y el modelo económico utilizados en Cuba. La mEIC evalúa 5 aspectos los cuales son: aspecto técnico, medioambiental, seguridad, económico y social.

Teniendo en cuenta la importancia y particularidades de los aspectos evaluados, además para su análisis del resultado parcial, la evaluación se realizó considerando cada aspecto por separado. Para la evaluación de cada aspecto, se tuvieron en cuenta los elementos que en él influye.

Los principales elementos en cada aspecto son:

### **❖ Aspecto Técnico**

Para el aspecto técnico se tuvieron en cuenta los siguientes elementos los datos sobre maquinaria, datos sobre la voladura, método de explotación, datos de la planta de procesamiento, y otros.

### **❖ Aspectos Medioambientales**

Para el aspecto medioambiental los principales elementos son las medidas encaminadas a eliminar o reducir los factores que provocan daños al medioambiente, tales como ruido, polvo, impacto visual, la correcta gestión del agua y los peligros en zonas de presencia de trabajadores.

### **❖ Aspecto de Seguridad**

Para la seguridad los principales elementos que se tuvieron en cuenta son las informaciones sobre las medidas para disminuir los peligros existentes, evitar los accidentes en los caminos, frente de cantera, planta de procesamiento, y otros.

#### ❖ **Aspecto económico**

Para el aspecto económico se tuvieron en cuenta el número de trabajadores, jornadas de trabajo, la magnitud de inversiones, servicios prestados, magnitud de negocios, y los demás factores u operaciones que afecten o mantienen la economía planificada del proyecto.

#### ❖ **Aspecto Social**

En el aspecto social se tuvieron en cuenta los impactos positivos y negativos de la cantera en cuestión a la población periférica.

### **2.3 Descripción del procedimiento de aplicación de la mEIC.**

La mEIC consta de 2 columnas principales, en la primera columna se incluyen a modo de cuestionario, las variables e indicadores, que son las actividades que se evalúan agrupadas por conjuntos más generales y una segunda columna dividida en cinco subcolumnas representadas por los cinco aspectos antes mencionados de cada variable e indicadores. Como se dijo en el epígrafe anterior, se pueden obtener resultados parciales del índice global, eso permite saber del índice global cuantos porcientos le corresponde a cada variable evaluada y analizar el nivel de incidencia de esta en el proceso de producción de la cantera o empresa.

La tabla 2.1 que a continuación se muestra es el modelo de la mEIC, en ella se realiza la evaluación de los 5 aspectos mediante las variables e indicadores obtenidos.

Dónde:

(c): representa los datos obtenidos en el campo (este valor es igual para los cinco aspectos evaluados), referido a cada variable.

(v): valoración de cada indicador, los valores se encuentran en el rango de 0-5, en este trabajo los indicadores que no tienen influencia en un aspecto no se les da valor.

(i): importancia de los indicadores dentro del conjunto global de los aspectos, se evalúa de 1–100 %.

(p): puntuación final y se obtiene mediante la multiplicación de la valoración (v) por la importancia (i).

Tabla 2.1 Matriz de evaluación integral de canteras de áridos

Variables e Indicadores	Valoración																		
	Técnico				Medioambiente				Seguridad				Económico			Social			
	c	v	i	P	ípa	v	i	p	ípa	v	i	p	ípa	v	i	p	ípa		
VARIABLE																			
1 Indicador																			
2 Indicador					VMCe					VMCe					VMCe				VMCe
3 Indicador					VCe					VCe					VCe				VCe
4 Indicador					PCe					PCe					PCe				PCe

(ípa): Índice parcial de cada aspecto (ípa) es el resultado final de cada variable, el cual se encuentra en las tres últimas filas de cada variable y en la última subcolumna de cada aspecto.

El ípa está dado por VMCe, VCe y PCe ubicados desde la celda superior hasta la inferior respectivamente.

Dónde:

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

(VCe): valor obtenido en el campo, se obtiene mediante la suma de los valores de la sub columna (p).

(PCe): porcentaje obtenido entre la valoración VCe y lo máximo que podría obtener VMCe.

Posteriormente se procede a un recorrido horizontal (suma horizontal) de los ípa de cada aspecto en función de cada variable, obteniendo así el índice parcial de cada variable (ipv). El cual permite el análisis de una zona o actividad (variable) de la cantera, teniendo en cuenta los 5 aspectos evaluados. En la tabla 2.2 se muestra dicho recorrido horizontal de la mEIC.

Tabla 2.2. Recorrido horizontal de la mEIC

Variables e Indicadores	Valoración de los aspectos															ípv						
	Técnico				Medioambiente				Seguridad				Económico				Social					
	c	v	i	p	ípa	v	i	p	ípa	v	i	p	ípa	v	i		p	ípa	v	i	p	ípa
VARIABLE																						
1 Indicador																						
2 Indicador					VMCe				VMCe				VMCe				VMCe				VMCe	VMC
3 Indicador					VCe				VCe				VCe				VCe				VCe	VC
4 Indicador					PCe				PCe				PCe				PCe				PCe	PC

Dónde:

(VMC): valor máximo del campo, se consideran todos los criterios de evaluación (Se suman todos los VMCe, en horizontal).

(VC): valor obtenido en el campo, es la suma de los valores obtenidos en todas las valoraciones de VCe en horizontal.

(PC): relación porcentual entre lo obtenido y lo máximo, es el resultado de dividir VC entre VMC.

(Ípv): índice parcial de cada variable.

Después del recorrido en horizontal, se expone verticalmente (tabla 2.3) el valor resultante de la suma de la puntuación final (P) de cada indicador en los cinco aspectos (técnicos, medioambientales, de seguridad, económicos y sociales) el cual permite obtener una visión global de cada aspecto.

Una vez realizado el recorrido (horizontal y vertical), se procede a la ponderación de los aspectos en análisis. Se le atribuye un valor porcentual. Los valores de los ponderadores se otorgan según la importancia que se determine tenga cada aspecto en estudio. En la figura 2.2 se muestra la matriz de ponderación, por donde se procede a ponderar dichos aspectos. Con el objetivo de mantener una misma escala de información, los pesos asignados a cada aspecto se consideran entre valores de (10 – 30) % es una escala que se toma de acuerdo al interés del investigador y los especialistas consultados.

Tabla 2.3. Recorrido vertical de la mEIC

Variables Indicadores	Valoración de los aspectos															
	C	Técnico			Medioambiente			Seguridad			Económico			Social		
		v	i	P	v	I	P	V	I	P	V	I	p	v	i	p
VARIABLE																
Indicador																
VARIABLE				VM			VM			VM			VM			VM
				Ce			Ce			Ce			e			Ce
Indicador				VCe			VCe			VCe			VCe			VCe
VARIABLE				PCe			PCe			PCe			PCe			PCe
indicador																

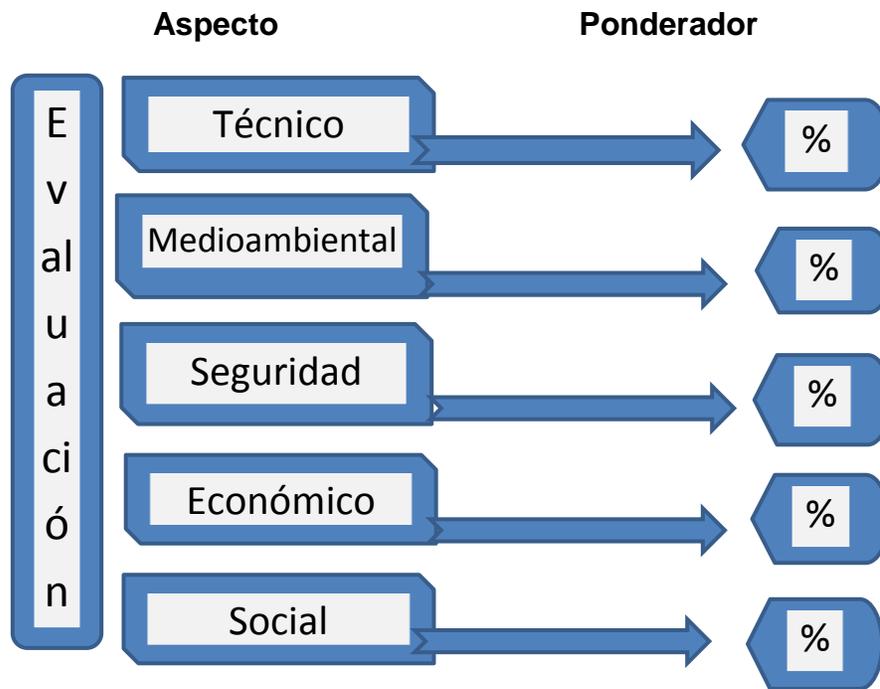


Figura 2-3. Matriz de ponderación de los aspectos a evaluar

Posterior al recorrido por la mEIC, se realiza el cálculo de los índices específicos y globales.

El índice específico se obtiene mediante la división de la sumatoria de todas las puntuaciones finales del aspecto evaluado entre la sumatoria del valor máximo de campo correspondiente al aspecto evaluado como se muestra en la ecuación 1. El mismo, 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. (Tabla 2.3)

El índice específico se determina para cada aspecto en análisis, su cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación general: (Tabla 2.4)

$$\text{Índice específico}_x = \frac{\Sigma P_x}{\Sigma VM C e_x} * 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

$x$ : Aspecto que se evalúa.

$\Sigma P_x$ : Sumatoria total de la puntuación del aspecto evaluado.

$\Sigma VM C e_x$ : sumatoria total del valor máximo de campo, correspondiente al aspecto evaluado.

Es así que:

Tabla 2.4. Determinación de los Índices específicos

Índice específico técnico ( $I_{Téc}$ )	$I_{Téc} = \frac{\Sigma P_{Téc}}{\Sigma VM C e_{Téc}} * 100$
Índice específico medioambiental ( $MA$ )	$I_{MA} = \frac{\Sigma P_{MA}}{\Sigma VM C e_{MA}} * 100$
Índice específico de seguridad ( $Seg$ )	$I_{Seg} = \frac{\Sigma P_{Seg}}{\Sigma VM C e_{Seg}} * 100$
Índice específico económico ( $Eco$ )	$I_{Eco} = \frac{\Sigma P_{Eco}}{\Sigma VM C e_{Eco}} * 100$
Índice específico social ( $Soc$ )	$I_{Soc} = \frac{\Sigma P_{Soc}}{\Sigma VM C e_{Soc}} * 100$

Para llegar a completar la asignación final de todo el estudio, se utiliza de nuevo el valor de asignación de peso (Ponderadores) que hace referencia a la importancia que van a tener cada aspectos para las circunstancias concretas en la cantera en estudio. La importancia de cada ponderador se multiplica por el índice específico de cada aspecto y se obtienen los índices globales.

Y por último, una vez completadas las celdas anteriores, se obtendrá el valor de la suma de todos los índices globales, que representa el valor cuantitativo entre 0 y 100 y constituye el Índice mEIC.

Tabla 2.5. Determinación del Índice mEIC.

Aspecto	Ponderadores	Índices Específicos	Índices Globales	
Técnico				
Medioambiental				
Seguridad				
Económico				Índice mEIC
Social				

El Índice mEIC con valor de 100 % correspondería a una explotación modelo que utiliza todos los medios conocidos para eliminar los riesgos laborales, que emplea mejores técnicas para mitigar los impactos medioambientales, que se relaciona con la sociedad que la rodea, informando de sus actividades, etc.

Para la calificación final, los valores encontrados se encuentran en rangos establecidos por su calidad considerando las particularidades de la cantera estudiada, con el fin de clasificar la explotación de la misma. Estos rangos de valores son:

91 % – 100 %: Excelente

70 % – 90 %: Muy bien

50 % – 69 %: Bien

21 % – 49 %: Regular

0 % – 20 %: Mal

## **CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO INTEGRAL DE LA CANTERA LOS GUAOS SECTOR III**

### **3.1 Caracterización general el Sector III de la cantera Los Guaos sector III**

#### **🕒 Aspecto Técnico**

La técnica minera, incluye todos los elementos y parámetros técnicos que influyen en el desarrollo del proceso de explotación de cualquier cantera. De entre estos elementos técnicos están: las maquinarias móviles (incluyendo los que se encuentran en las plantas), maquinarias fijas, parámetros de la voladura, la geometría y sistema de explotación, trabajos topográficos y otros elementos. Los cuales facilitaron la recolección de la información acerca de:

#### **🕒 Sistema de explotación;**

El sistema de explotación de la cantera Los Guaos sector III, es a cielo abierto, el laboreo del yacimiento se realiza a través del método de explotación por banqueo descendente (BD) tal como se muestra en la figura 3.1, con altura de los bancos que varía de 3 – 10 m, la profundidad que alcanzará la cantera es de 210 m.



Figura 3-1. Método de explotación por banqueo descendente (BD)

#### **🕒 Técnica de arranque de la roca útil**

Para el arranque de la roca (porfirita andecítica), se emplean los trabajos de perforación y voladura. En el caso de que la voladura sea defectuosa y que

queden presos en el frente grandes volúmenes de piedras, en ocasiones si las condiciones lo permiten el arranque del mismo se realiza utilizando martillo rompedor en lugar de una segunda voladura. Cuando hay piedras sobre medidas, para la fragmentación secundaria (FS) se utiliza el mismo martillo rompedor. La sustancia explosiva que se utiliza es Senatel, Fortel y Amex combinados. Como medio iniciador se utilizan detonadores eléctricos de acción instantánea combinados con Exel Handidet.

Estos trabajos son realizados por la los servicios 67de la Empresa de Servicios Minero Geológico (EXPLOMAT), empresa que se encarga de la perforación y la voladura. Para estas actividades se utilizan los siguientes equipos: Carretilla perforadora Rock - 460 PC y compresor XACH-416. El costo del servicio es de 5,01 \$/m<sup>3</sup> de roca volada, citado por (Quiala, 2017-2018).

#### 🕒 **Equipamientos para el desbroce, acarreo, carga y transporte**

La cantera cuenta con sus propios equipos de desbroce, carga y transporte. En la tabla 3.1 se presenta una breve descripción de los mismos.

La carga se realiza con dos retroexcavadora XCMG–XE-700 con capacidad de carga de 3.5 m<sup>3</sup>. el transporte de la roca útil a la planta de procesamiento, se realiza por los camiones de volteo Howo, volvo de 25-35 m<sup>3</sup> de capacidad y el buldócer Shantuy SD – 32. De entre los servicios que realiza el buldócer está la separación de los pedazos de rocas sobre dimensionadas para luego ser sometida a la fragmentación secundaria.

Tabla 3.1 Equipos utilizados en la cantera

Descripción	Tipo	Marca	Modelo	Capacidad	Cantidad
Desbroce y acarreo	Buldócer	Shantuy	SD-32	-	1
Carga	Retroexcavadora	XCMG-XE	700	3.5m	2
Equipo de transporte	Camión CFC	Howo	Volvo	25m	5

### ⌚ **Planta de procesamiento de la roca útil;**

La cantera Los Guaos cuenta con dos plantas de procesamiento de la roca, la planta China (tecnología China) y la planta SANDVIK (trituradores, molinos y clasificadores de marca SANDVIK). El flujo tecnológico de la planta de procesamiento SANDVIK (Figura 3.2), se muestra de forma esquematizada en la figura 3.3. El proceso inicia con el llenado de la tolva receptora con el rajón para la fragmentación secundaria, pasando a un alimentador vibrante y de ahí el material es alimentado a la trituradora de mandíbula. El proceso se sigue realizando tal como muestra la descripción en el mismo esquema en la parte izquierda. La planta SANDVIK está constituida principalmente por: un martillo rompedor, una trituradora de mandíbula, dos trituradores de cono, dos cribas, un hidrociclón, una cisterna, bandas transportadoras y otros mecanismos.

La planta China (anexo 2) tal como se muestra la figura en el esquema del anexo 1, tiene el siguiente flujo tecnológico: El material se deposita (anexo 1) en la tolva receptora (1) de capacidad de  $20\text{m}^3$ , con una fracción de 0-600 mm, de ahí pasa al alimentador vibrante XCMGZSW (2), en este equipo se separan las fracciones en 70-600 mm y en 0-70 mm. Pasando a la criba de tierra (4), donde las fracciones inferiores a 70mm son trasladadas por el transportador (5) hacia el transportador (6) y depositados en el patio como material estéril. Las fracciones mayores que 700mm son incorporadas al flujo por el transportador (8) hacia el molino de Cono XCMG (9).



Figura 3-2 planta de procesamiento Los Guaos (foto tomada por el autor)

### Flujo Tecnológico Los Guaos - Planta SANDVIK

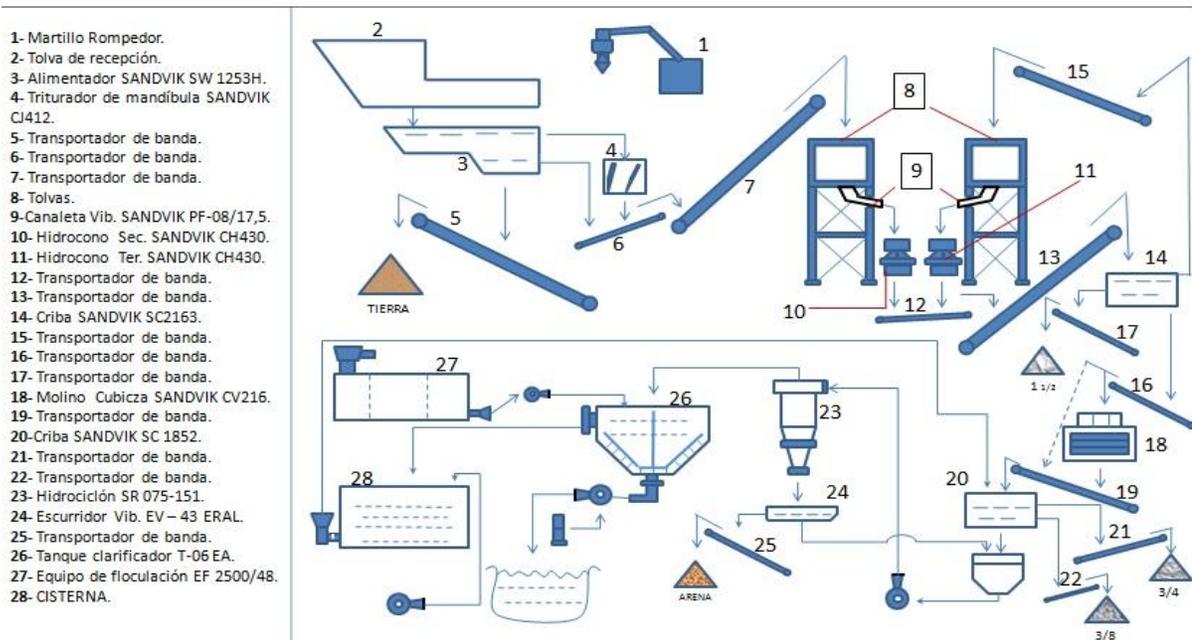


Figura 3.3 Esquema tecnológico de la planta SANDVIK

Las fracciones de 70-600 mm pasan al pre-cribador (3) y luego al molino de mandíbulas XCMG PE 108x800 (7), donde son trituradas hasta obtener la fracción 0-120 mm, estas son trasladadas por el transportador (8) hacia el molino de cono (9), obteniéndose la fracción 0-50 mm, estas son trasladadas por el transportador (10) y luego por el transportador (11) hasta la criba XCMG 4YK2160 (12), donde se clasifican.

### ⌚ **Características de los caminos mineros;**

Los caminos mineros (figura 3.4) del yacimiento tienen las siguientes características:

- Ancho total del camino: 10 m
- Pendiente longitudinal recomendada: hasta 12 %
- Radio mínimo de curvatura: 25 m.
- Espacio de seguridad entre vehículos: 1 m
- Espacio entre el vehículo y el borde exterior del camino: 1,5



Figura 3.4 Camino minero Los Guaos sector III (foto tomada por el autor)

Las distancias promedio de transportación hacia la planta y las escombreras son:

- Distancia máxima a la planta (Km): 3,0 km
- Distancia máxima a las Escombreras (Km): 2,8 km

### ⌚ **Aspecto medioambiental**

Para el aspecto medioambiental se tomaron datos en los informes de la empresa. Además se realizaron observación directamente en la cantera, para completar la información disponible con relación a dicho aspecto. Se comprobó la existencia, o no, de medidas encaminadas a la eliminación o reducción de los impactos y molestias, que generalmente son ruido, polvo, impacto visual y la correcta gestión del agua, el nivel de restauración, los peligros en zonas de presencia de

trabajadores, la señalización, el uso de Equipos de Protección Individuales EPI's y la limpieza y organización de las instalaciones y la implantación de sistemas de gestión ambiental y de calidad.

Los principales impactos que se presentan en la cantera son: el impacto visual, el impacto sobre la atmosfera (generación de ruido, el polvo), la gestión ineficiente del agua y de los residuos.

La cantera está constituida por una montaña, presentando así un impacto visual muy grande, la población vecina mira como la montaña va desapareciendo a medida que va avanzando la explotación. Otro aspecto de interés es el correspondiente al nivel de restauración existente en la cantera. Se han realizado estudios de la rehabilitación de la cantera una vez finalizada la actividad extractiva. Pero el sector III particularmente no posee un proyecto de cierre parcial.

Otros de los impactos al medio ambiente 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.

En función de la legislación cubana respecto a este hecho se ha planteado una serie de medidas que deben cumplir todas las empresas mineras, dichas medidas son:

- Señalizar todos los límites del área de concesión minera autorizado a explotar.
- Limitar el desbroce de la capa vegetal exclusivamente a las áreas debajo de las cuales existen reservas de calizas autorizadas a explotar.
- Cumplir con las exigencias planteadas en la Licencia Ambiental.
- Los camiones de carga de mineral transitarán a una velocidad moderada por los caminos para no generar gran cantidad de polvo.

- Riego de agua para el control del polvo a los caminos mineros una o dos veces en el turno de trabajo.
- Utilizar explosiones con micro retardos para disminuir la actividad sísmica

### 🕒 **Aspecto de Seguridad**

Para la seguridad se identificaron los peligros en las áreas con trabajadores, la señalización de las mismas, el uso de los elementos de protección personal en los procesos productivos, así como la limpieza y organización de las instalaciones y el cumplimiento con las normas vigentes.

Algunas medidas a tener en cuenta para evitar y minimizar ciertos sucesos o impactos negativos son:

- Riego de los caminos mineros para el control del polvo, este se puede realizar una o dos veces en el turno de trabajo.
- Se prohíbe la circulación de personal ajeno a la actividad sin un acompañante instruido.
- Se prohíbe la circulación de personal en la actividad bajo los efectos del alcohol, alucinógenos o sedantes.
- Se prohíbe la circulación de personal sin los medios de protección adecuados.
- Se prohíbe subir o acercarse a cualquier equipo en funcionamiento, sin que el operador lo haya percibido.
- Se prohíbe permanecer en el exterior de cualquier equipo minero en funcionamiento.
- Se prohíbe operar equipos a personas que no tengan la calificación y los permisos requeridos.
- Se prohíbe operar equipos con defectos técnicos y con la ausencia de algunas de sus partes.
- Todos los equipos deben de poseer sus correspondientes medidas de extinción de incendio.
- En época de seca hay que regar convenientemente con agua los caminos para evitar el polvo, utilizar explosiones con micro retardos para disminuir la actividad sísmica.

Los principales riesgos a los que se exponen los trabajadores en la instalación son:

- Caída a un mismo nivel.
- Caída a diferente nivel.
- Proyección de partículas.
- Caída de objeto.
- Atrapado por ...
- Atrapado entre ...
- Ruido.
- Inhalación de polvo.
- Inhalación de sustancias nocivas.
- Vuelco de vehículo.
- Contacto eléctrico.
- Golpeado por objeto o herramienta.
- Pisada sobre objetos.
- Caída de objetos en manutención manual y/o mecánica.
- Caída de objeto desprendidos.

Hasta el momento no se han registrado accidentes graves en la cantera.

#### 🕒 **Aspecto económico**

Para la evaluación del aspecto económico se consideraron las inversiones, cotes de los trabajos recibidos a otras empresas, el número de las jornadas laborales, número medio de empleo (anexo 5), y la producción anual.

Cabe destacar que los datos pertinentes a la economía son de carácter privado, lo que sí se afirma por parte de la empresa es que este aspecto se desarrolla en condiciones normales y resultados positivos.

#### 🕒 **Aspecto social**

En el aspecto social se tomaron en cuenta los impactos positivo y negativo de la UEB de la cantera, en la comunidad aledaña a la cantera.

- Impactos positivos: la generación de empleos, el aumento relativo de medios de transportes que facilitan a los moradores de la región, beneficios bienes y servicios, entre otros

- Impactos negativos de la UEB: generación de ruidos y polvos, contaminación por gases nocivos entre otros.

### **3.2 Determinación de variables e indicadores**

Las variables y los indicadores fueron determinados teniendo en cuenta aquellos parámetros susceptibles a evaluación, los cuales influyen positiva o negativamente en todo el proceso de explotación del yacimiento en estudio.

La determinación de las variables y los indicadores fue un proceso desarrollado a través de trabajos conjunto tanto en gabinete como en la cantera. El proceso se realizó tomando en cuenta el criterio de especialistas y la observación directa en el campo. Además se consideró el cumplimiento de la legislación minera cubana, las variable e indicadores del Manual de Inspección de la Oficina Nacional de Recursos Minerales y el Manual de control interno de la empresa..

A través del análisis y el intercambio con especialistas se determinaron para la evaluación de la cantera Los Guaos sector III un total de 22 variables y 163 indicadores que se exponen a continuación:

#### **. Cantera (11 indicadores)**

- ✓ Posee concesión minera aprobada.
- ✓ Dispone de proyecto de cierre parcial de cantera el sector III de Los Guaos.
- ✓ Posee informe geológico aprobado y actualizado.
- ✓ Posee proyecto minero aprobado y actualizado.
- ✓ Existe sistema de explotación
- ✓ Calidad del frente de cantera.
- ✓ Se explota yacimiento según proyecto minero.
- ✓ Cumplimiento del plan anual de minería.
- ✓ Estado técnico del sistema de drenaje.
- ✓ Posee plano topográfico actualizado del yacimiento.
- ✓ Impacto visual

#### **2. Reservas técnicas (5 indicadores)**

- ✓ Existencia de las reservas técnicas planificadas
- ✓ Existe secuencia de preparación de reservas

- ✓ Se refleja en el plano topográfico las reservas técnicas
- ✓ Estado de las reservas
- ✓ Se controlan las reservas técnicas del yacimiento

### **3. Límites de la concesión minera** (3 indicadores)

- ✓ Posee vértices de explotación según resolución de la ONRM
- ✓ Se encuentran monumentados y señalizados los vértices de la concesión
- ✓ Los monumentos se revisan y se les da mantenimiento

### **4. Frente de trabajo** (4 indicadores)

- ✓ Altura total del frente.
- ✓ Altura de los bancos.
- ✓ Método de explotación.
- ✓ Nivel de restauración.

### **5. Estabilidad del frente de trabajo** (6 indicadores)

- ✓ Grado de fracturación del frente
- ✓ Presencia de cuñas
- ✓ Presencia de fallas
- ✓ Situación de fallas
- ✓ Variación físico-estructural de la roca
- ✓ Se sanea y se limpia el frente

### **6. Estado de las plataformas** (3 indicadores)

- ✓ Ancho de trabajo según proyecto
- ✓ Se mantiene la limpieza de plataforma
- ✓ Seguridad de las plataformas y taludes según proyecto

### **7. Condición de las vías de acceso** (7 indicadores)

- ✓ Ancho de las vías según proyecto
- ✓ Pendiente según proyecto
- ✓ Disposición de sistema anti-caídas
- ✓ Disposición de sistema de señalización en canteras
- ✓ Realización del mantenimiento planificado
- ✓ Existencia de equipamiento para mantenimiento
- ✓ Condiciones de drenaje.

## **8. Pasaporte de perforación y voladura (16 indicadores)**

- ✓ Confección y cumplimiento del pasaporte de perforación
- ✓ Los equipos cumplen con productividades planificadas
- ✓ Poseen captadores de polvo
- ✓ Los operarios poseen los medios de seguridad requeridos
- ✓ Diámetro de perforación adecuado
- ✓ Se controla la perforación ejecutada en el yacimiento
- ✓ Cumplimiento del pasaporte de voladura planificado
- ✓ Se obtiene la granulometría planificada
- ✓ Cumplimiento del índice de consumo planificada
- ✓ Tipo de explosivo adecuado
- ✓ Se controla el uso de los explosivos y los medios de explosión
- ✓ Sistema de iniciación utilizado adecuado
- ✓ Se mide la generación de polvo producida
- ✓ Proyecciones fuera de los límites previstos
- ✓ Generación de onda aérea peligrosa
- ✓ Existe generación de onda sísmica peligrosa

## **9. Fragmentación secundaria (FS) (4 indicadores)**

- ✓ Existe acumulación de rocas sobre medidas
- ✓ Se realiza FS planificada y adecuada
- ✓ El método utilizado es el adecuado
- ✓ Estado técnico del equipamiento utilizado

## **10. Acarreo con bulldócer (4 indicadores)**

- ✓ Cumplimiento con el plan de acarreo mensual
- ✓ Estado técnico del equipo
- ✓ Se cumple con el índice de consumo de diésel
- ✓ Se cumple la productividad planificada

## **11. Equipos de carga y de transporte de la roca útil (6 indicadores)**

- ✓ Sistema de carga y de transporte de la roca útil
- ✓ Estado técnico de los equipos de carga y de transporte de la roca útil
- ✓ Existe correspondencia de equipos de carga con medios de transporte

- ✓ Cumplimiento de costo desde el frente a la tolva del primario
- ✓ Cumplimiento del índice de consumo de diésel
- ✓ Equipos cumplen productividades planificadas

## **12. Escombrera (3 indicadores)**

- ✓ Ubicación y parámetros técnicos
- ✓ Se depositan adecuadamente los materiales
- ✓ Se le da mantenimiento

## **13. Planta de procesamiento y su sistema de Seguridad (55 indicadores)**

- ✓ Cumplimiento del proyecto de procesamiento
- ✓ Cumplimiento del plan de producción
- ✓ Adecuado flujo tecnológico
- ✓ Existe esquema del proyecto de procesamiento actualizado y aprobado
- ✓ Existe acopio próximo a la tolva primaria
- ✓ Equipos cumplen plan de proyecto
- ✓ Dispone de registro de control de la producción
- ✓ Grado de automatización instalado
- ✓ Posee cerramiento de la tolva de alimentación de la trituradora
- ✓ Existe sistema de eliminación de polvo
- ✓ La tolva dispone de barrera no franqueable
- ✓ Dispone de caseta de control de operaciones del primario
- ✓ Dispone de los medios para control de descarga
- ✓ Medios para controlar el funcionamiento de los molinos
- ✓ La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene de trabajo
- ✓ Los transportadores disponen de protección de los tambores.
- ✓ Los transportadores disponen de sistemas de control de producción.
- ✓ Los transportadores se encuentran tapados
- ✓ Los transportadores disponen de seguridad anti atrapamiento
- ✓ Los transportadores disponen de protección de las correas de los motores.
- ✓ Los transportadores disponen de protección de los tambores.
- ✓ Los transportadores disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista
- ✓ Los tambores de cola están a una altura adecuada

- ✓ Cerramiento de los equipos de trituración
- ✓ Cerramiento de los equipos de molienda
- ✓ Cerramiento de los esquemas de clasificación
- ✓ Dispone de caseta de control de operaciones en la zona de clasificación
- ✓ Dispone de medios audiovisuales para controlar la descarga
- ✓ Dispone de control para el funcionamiento de los molinos
- ✓ La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene de 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
- ✓ Acopios disponen de protección contra el viento
- ✓ Altura de caída adecuada
- ✓ Existe sistema de eliminación o reducción de polvo en la descarga de los silos
- ✓ Existe señalización adecuada de las instalaciones
- ✓ Uso de elementos de protección individual (EPI's)
- ✓ Nivel de mantenimiento de las instalación
- ✓ Consumo de corriente eléctrica KW/t
- ✓ Disponen de sala de control
- ✓ Estado de la sala de control de la corriente eléctrica
- ✓ Estado de las canalizaciones eléctricas
- ✓ Disponen de taller para mantenimiento
- ✓ Estado del taller
- ✓ Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustible y aceites
- ✓ Se cumple consumo de diésel según plan
- ✓ Dispone de surtidor propio
- ✓ Autorización de productor de residuos peligrosos (en caso que existan dichos residuos)
- ✓ Nivel de consumo de agua para el lavado de los áridos (aunque, se prevé su recirculación)

- ✓ Disponen de laboratorio de planta
- ✓ Dispone de sistema de gestión medioambiental ISO UNE 14 001
- ✓ Dispone de sistema de gestión de calidad ISO UNE 9 001
- ✓ Dispone de sistema de la seguridad OSHAS
- ✓ Nivel de aprovechamiento de la planta
- ✓ Venta de material

**14. Control de servicios recibidos** (3 indicadores)

- ✓ Se subcontratan los trabajos de perforación y voladura
- ✓ Costo de la perforación y voladura
- ✓ Se subcontratan equipos o maquinarias mineras

**15. Empleo** (4 indicadores)

- ✓ Aumento del nivel de empleo
- ✓ Número total de trabajadores
- ✓ Número de jornadas de trabajo
- ✓ Índice de ausentismo

**16. Accidentes e incidentes** (5 indicadores)

- ✓ Número de accidentes mortales
- ✓ Número de accidentes por mantenimiento
- ✓ Índice de incidencia
- ✓ Número de horas pérdidas por accidentes
- ✓ Cantidad de incidentes al año

**17. Capacitación de trabajadores** (3 indicadores)

- ✓ Existe programa de capacitación
- ✓ Horas de capacitación técnica
- ✓ Horas de capacitación de Seguridad y Salud

**18. Inversiones** (5 indicadores)

- ✓ Magnitud de negocio
- ✓ Se dispone de plan de inversión a corto y mediano plazo
- ✓ Costes de exploración y explotación
- ✓ Existe comunicación con la población
- ✓ Dispone la empresa de hoja de reclamación al servicio del cliente

### **19. Flujo de transporte cantera-pueblo y viceversa** (4 indicadores)

- ✓ Aumento del beneficio de la red de transporte a la población periférica
- ✓ Existe control de transporte desde los almacenes hasta puntos de venta
- ✓ Control proporcional de transporte por carretera con respecto al total
- ✓ Se encuentran en buen estado técnico

### **20. Medio ambiente** (4 indicadores)

- ✓ Se cumple proyecto de rehabilitación
- ✓ Existen incidentes Medio-ambientales
- ✓ Existen en la cantera pantallas captadores de polvo y ruidos
- ✓ Se cumple con la legislación ambiental

### **21. Dique de lodo** (3 indicadores)

- ✓ Ubicación y parámetros técnicos según proyecto
- ✓ Ejecución según proyecto
- ✓ Se realiza mantenimiento

### **22. Seguridad e higiene de trabajo** (6 indicadores)

- ✓ Existe plan de seguridad minera actualizado y aprobado
- ✓ El plan está basado en las resoluciones, leyes y decretos pertinentes
- ✓ Se cumple plan.
- ✓ Se realiza el Riego de los caminos
- ✓ Dispone de salas comedor para los trabajadores
- ✓ Dispone la sala de aseo según norma de seguridad e higiene de trabajo

Cabe recordar al lector que, no se puede confundir el hecho de que muchas de las variables e indicadores seleccionados en este trabajo se parezcan a las seleccionadas en otros trabajos de Diploma, el hecho de que se parezcan no significan que tengan el mismo criterio de valoración, debido a que las condiciones en general de cada cantera son diferentes, por eso, los resultados obtenidos de forma global entre dichas canteras son diferentes.

### **3.3 Valoración de variables e indicadores (Consulta de expertos)**

La valoración de los indicadores de cada variable (Tabla 3.2), es un proceso que consiste, mediante criterios de expertos y toma de datos in situ, dar puntuaciones o atribuir valores (cualitativos o cuantitativos) según la importancia o incidencia de

un indicador respecto al aspecto evaluado en la cantera. En el anexo 5 se muestran los rangos de valoración para cada criterio que se determinaron mediante consulta a los expertos y la observación directa en la cantera.

### **3.4 Cálculo del Índice mEIC**

**Tabla 3.2** Matriz de Evaluación Integral de Canteras de áridos (mEIC)

Variables y sus Indicadores	C	Valoración Técnica				Valoración Medioambiente				Valoración Seguridad				Valoración Económica				Valoración social				ípv
		V	I	p	ípa	V	I	P	ípa	V	I	P	ípa	V	I	P	ípa	V	I	P	ípa	
1 CANTERA																						
Posee concesión minera aprobada.	Sí	5	100 %	5		5	20%	1						5	95%	4,75		5	50%	2,5		
Dispone de proyecto de cierre parcial de cantera el sector III de Los Guaos	no					0	100 %	0						0	80%	0						
Posee informe geológico aprobado y actualizado.	Sí	5	100 %	5																		
Posee proyecto minero aprobado y actualizado.	Sí	5	100 %	5		5	80%	4		3	90%	2,7		5	100 %	5		4	100%	4		
Existe sistema de Explotación	Sí	5	100 %	5		5	90%	4,5														
Calidad del frente de trabajo.	Buena	4	100 %	4						4	50%	2		5	100 %	5						

Se explota yacimiento según proyecto minero.	Sí	5	100 %	5		5	100 %	5		5	100	5		5	100 %	5					
Se cumple plan anual de minería.	Sí	5	100 %	5										5	90%	4,5					
Estado técnico del sistema de drenaje.	Bueno	5	100 %	5	45%	5	100 %	5	30%			12%				28,25 %				7,50 %	122,75 %
Posee plano topográfico actualizado del yacimiento.	Sí	5	100 %	5	44%				19,50 %			9,70%				24,25 %				6,50 %	103,95 %
Impacto visual	Grande				98%	0	100 %	0	66%			81%				86%				86%	85%
<b>2 RESERVAS TÉCNICAS</b>																					
Existen de reservas técnicas planificadas	Sí	5	100 %	5										5	100 %	5					
Existe secuencia de preparación de reservas	No	0	80%	0										0	50%	0					
Se refleja en el plano topográfico las reservas	Sí	5	100 %	5	24%				0			0				17,50 %				0	41,50 %



explotación (m).																		
Altura de los bancos (m).	Adecuado	5	50%	2,5	12%			6%	5	95%	4,75	4,75%			0		0	22,25%
Método de explotación.	BD	5	90%	4,5	12,00%		10%	0	0%			4,75%			0		0	16,75%
Nivel de restauración.	Malo				100%		100%	0	0%			100%			0%		0%	75%

### 5 ESTABILIDAD DEL FRENTE DE TRABAJO

Grado de fracturación del frente	Medio	4	100%	4					4	100%	4								
Presencia de cuñas	No	5	100%	5															
Presencia de fallas	No	5	100%	5	24,50%			0				10%			4,75%		0	39,25%	
Variación físico-química y estructural de la roca	Regular	4	100%	4	21,60%			0				9%	4	95%	3,8	3,80%		0	34,40%
Se sanea y se limpia el frente	Sí	4	90%	3,6	88%			0%	5	100%	5	90%			80%		0%	88%	

### 6 ESTADO DE LAS PLATAFORMAS

Ancho de plataforma de trabajo según proyecto	Bueno	5	100%	5	14,50%			4,75%	5	100%	5	13%			0,00%		0	0,32%
Se mantiene la limpieza de la plataforma	Sí	5	90%	4,5	14,50%	5	95%	4,75	4,75%	3	50%	1,5	12		0,00%		0	0,30%

de trabajo																						
Seguridad de la plataforma y taludes según proyecto	Bueno	5	100%	5	100%				100%	5	100%	5	92%					0%			0%	94%
<b>7 CONDICIÓN DE LAS VIAS DE ACCESO</b>																						
Ancho de las vías según proyecto	Sí	5	100%	5						5	100%	5										
Estado de la pendiente del camino minero	Bueno	5	95%	4,7 5						5	100%	5			5	100%	5					
Disponen las vías de sistema anticaídas	Sí									5	100%	5										
Disponen las vías de sistema de señalización	Sí									5	100%	5										
Se realiza mantenimiento o planificado en las vías	Sí	5	90%	4,5	22,25%				5%	5	95%	4,7 5	24,75%					7,50%			0	59,50%
Existencia de equipamiento para mantenimiento	Sí	5	100%	5	22,25%				0%				24,75%	5	50%	2,5	7,50%				0	54,50%



el yacimiento																			
Cumplimiento del pasaporte de voladura planificada	Sí	5	100 %	5									5	100 %	5				
Siempre se obtiene la granulometría planificada	Sí	5	100 %	5									5	100 %	5				
Cumplimiento del índice de consumo planificado	Sí	5	90%	4,5									5	100 %	5				
Se utilizan explosivos según condiciones de la cantera	Sí	5	95%	4,7 5															
Se controla el uso de los explosivos y los medios de explosión	Sí	5	95%	4,7 5	5	100 %	5		5	100 %	5		4	95%	3,8				
Es adecuado el método de iniciación utilizado	Sí	5	95%	4,7 5					5	100 %	5								
Se mide la generación de polvo producido en la perforación	No				0	100 %	0		0	80%	0								

Existe proyecciones de pedazos de roca fuera de los límites previstos	No				48,75 %				24%	5	100 %	5	37,50 %				29,75 %			12%	152,00 %	
Nivel de generación de ondas aérea peligrosa	Alto				48,75 %	0	90%	0	9,50%	0	90%	0	24%				26,85 %	0	100%	0	3%	112,10 %
Nivel de generación de ondas sísmicas	Baja				100%	5	90%	4,5	40%	5	80%	4	64%				77%	5	60%	3	25%	74%

9 FRAGMENTACIÓN SECUNDARIA (FS)

Acumulación de rocas sobre medidas	Nulo	5	100 %	5										5	100 %	5						
Se realiza fragmentación secundaria FS	A veces	4	95%	3,8	19,75 %				5%				4,75%	4	50%	2	10%				0	39,50 %
El método de la FS utilizado es el idóneo	Sí	5	100 %	5	18,80 %	5	100 %	5	5%				4,75%				9%				0	37,55 %
Estado técnico del equipamiento utilizado	Bueno	5	100 %	5	95%				100%	5	95%	4,75	100%	4	50%	2	90%				0%	95%

10 ACARREO CON BULDÓCER

Cumplimiento del plan de acarreo mensual	Sí	5	100 %	5								5	90%	4,5						
Estado técnico del equipo	Bueno	5	100 %	5	29,25 %			4,25%	5	100 %	5	5%	5	85%	4,25	18,75 %			0	57,25 %
Se cumple con el índice de consumo de diésel	Sí	5	95%	4,7 5	29,25 %			0%				5	100 %	5	18,75 %				0	53,00 %
Se cumple la productividad planificada	Sí	5	90%	4,5	100%			0%				100%	5	100 %	5	100%			0%	93%

**11 EQUIPOS DE CARGA Y DE TRANSPORTE DE LA ROCA ÚTIL**

Es adecuado el sistema de carga y de transporte de la roca útil	Sí	5	95%	4,7 5								5	100 %	5						
Estado técnico de los equipos de carga y de transporte de la roca útil	Bueno	5	100 %	5					5	100 %	5		5	100 %	5					
Existe correspondencia de equipos de carga con medios de transporte	Sí	5	90%	4,5								5	100 %	5						

Se cumple costo por m3 desde el frente a la tolva del primario	Sí				18,75 %				0				5%	5	100 %	5	30%			0	53,75 %
Cumplimiento del índice de consumo de diésel	Sí				18,75 %				0				5%	5	100 %	5	30%			0	53,75 %
Equipos cumplen productividades planificadas	Sí	5	90%	4,5	100%				0%				100%	5	100 %	5	100%			0%	100%

### 12 ESCOMBRERA

Ubicación y parámetros técnicos	Sí	5	50%	2,5	7,50%	5	100 %	5	9%				9%				0	5	90%	4,5	8,50 %	0,34%
Se depositan adecuadamente los materiales	Sí	5	50%	2,5	7,50%	5	80%	4	9%	5	100 %	5	9%				0	5	80%	4	8,50 %	0,34%
Se le da mantenimiento	Sí	5	50%	2,5	100%				100%	5	80%	4	100%				0%				100 %	100%

### 13 PLANTA DE PROCESAMIENTO Y SU SISTEMA DE SEGURIDAD

Cumplimiento del proyecto de	Sí	5	100 %	5		5	80%	4		5	90%	4,5		5	95%	4,75						
------------------------------	----	---	-------	---	--	---	-----	---	--	---	-----	-----	--	---	-----	------	--	--	--	--	--	--









La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene de trabajo	Sí					5	90%	4,5		5	100%	5							
Dispone de sistema que reduzca el polvo en la alimentación y descarga de los equipos de trituración y molienda	No					0	100%	0		0	100%	0							
Dispone de sistema que reduzca el polvo en la alimentación y descarga de los clasificadores	No					0	100%	0		0	90%	0							
Acopios disponen de protección contra el viento	No														0	100%	0		
Altura de caída del material clasificado	Adecuada	5	95%	4,75						5	100%	5							

Existe sistema de eliminación o reducción de polvo en la descarga de los silos	No					0	90%	0		0	100%	0							
Existe señalización adecuada de las instalaciones	Sí								5	100%	5								
Uso de elementos de protección individual (EPI's)	Sí								5	100%	5								
Nivel de mantenimiento de las instalación	Alto	5	95%	4,7 5					5	100%	5		5	90%	4,5				
Consumo de corriente eléctrica KW/t	Normal	5	90%	4,5									3	100	3				
Dispone de sala de control de corriente eléctrica	Sí	5	100%	5									5	100%	5				
Estado técnico de la sala de control de la corriente eléctrica	Regular	3	90%	2,7					3	100%	3								

Estado de las canalizaciones eléctricas	Bueno	5	100 %	5						5	100 %	5								
Disponen de taller para mantenimiento	Sí	5	100 %	5						5	100 %	5								
Estado del taller	Regular	3	50%	1,5						3	100 %	3								
Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustible y aceites	Sí					5	100 %	5						5	100 %	5				
Se cumple consumo de diésel según plan	Sí	5	90%	4,5										5	100 %	5				
Dispone de surtidor propio	Sí	5	90%	4,5		5	100 %	5		5	100 %	5								
Autorización de productor de residuos peligrosos (en caso que existan dichos residuos)	No Existen					0	100 %	0			100 %	0								
Nivel de consumo de agua para el lavado de los áridos (se	Medio	4	90%	3,6		4	100 %	4						3	80%	2,4				

realiza la recirculación)																					
Disponen de laboratorio de planta	Sí	5	95%	4,75									5	95%	4,75						
Dispone de sistema de gestión medioambiental al ISO UNE 14 001	Sí					5	100%	5													
Dispone de sistema de gestión de calidad ISO UNE 9 001	No	0	100%	0									0	50%	0						
Dispone de sistema de la seguridad OSHAS	Sí				155%			76,75%	5	100%	5	129,75%			93,25%			14,5	19,0475		
Nivel de aprovechamiento de la planta	Bueno	5	100%	5	133%			51,25%				103,05%	5	100%	5	84,90%		5	8,7125		
Demanda en la venta del material (producto final)	Grande				86%			67%				79%	5	100%	5	91%	5	100%	5	35%	46%

14 CONTROL DE SERVICIOS RECIBIDOS

Se subcontratan los trabajos de perforación y voladura	Sí	5	100%	5	5%				0			0	5	50%	2,5	11,5			5	16,55
cumplimiento del Costo de la perforación y voladura	Sí				5%				0			0	5	100%	5	11,5			0	11,55
Se subcontratan otros equipos o maquinarias mineras	No				100%				0%			0%	5	80%	4	100%			0%	70%

15 EMPLEOS

Aumento del nivel de empleo	Regular																1	100%	1		
Número de trabajadores	Suficiente	5	80%	4	12,75				0			0	5	80%	4	9	5	80%	4	9	30,75
Número de jornadas de trabajo	Suficiente	5	80%	4	12,75				0			0	5	100%	5	9			5	26,75	
Índice de ausentismo	Admisible	5	95%	4,75	100%				0%			0%	5	100%	5	100%			50%	87%	

16 ACCIDENTES E INCIDENTES

Número de accidentes	Nulo	5	50%	2,5					5	100%	5		5	90%	4,5		5	100%	5	
----------------------	------	---	-----	-----	--	--	--	--	---	------	---	--	---	-----	-----	--	---	------	---	--

mortales																			
Número de accidentes graves por mantenimiento	Pequeño	3	80%	2,4				3	100%	3			3	90%	2,7		3	80%	2,4
Índice de incidencia	Medio	3	80%	2,4	19			0	3	90%	2,7	19,25			13,75			9	61
Número de horas pérdidas por accidentes	Pequeño	4	90%	3,6	13,3			0				13,55	4	95%	3,8	11		7,4	45,25
Cantidad de incidentes al año	Pequeño	3	80%	2,4	70%			0%	3	95%	2,85	70%			80%			82%	74%
<b>17 CAPACITACIÓN DE TRABAJADORES</b>																			
Existe programa de capacitación	Sí				5			0	5	100%	5	10			0			0	15
Horas de capacitación técnica	Medio	3	100%	3	3			0				8			0			0	11
Horas de capacitación de Seguridad y Salud	Medio				60%			0%	3	100%	3	80%			0%			0%	73%
<b>18 INVERSIONES</b>																			
Magnitud de negocio	Grande													5	100%	5			

Se dispone de plan de inversión a corto y mediano plazo	Sí										5	100 %	5						
Se cumple con costes de exploración y explotación	Sí			0			0				5	100 %	5	20			10	30	
comunicación con la población	Regular			0			0				3	50%	1,5	19	3	100%	3	8	27
Dispone la empresa de hoja de reclamación al servicio del cliente	Sí			0%			0%				5	50%	2,5	95%	5	100%	5	80%	90%
<b>19 FLUJO DE TRANSPORTE CANTERA-PUEBLO Y VICEVERSA</b>																			
Aumento del beneficio de la red de transporte a la población periférica	Regular														4	100%	4		
Existe control de transporte desde los almacenes hasta puntos de venta	Sí			4,5			0				5	100 %	5	10			10	29,5	

Control proporcional de transporte por carretera con respecto al total	Sí				3,6			0			4	5	100 %	5	10			8	25,6	
Los transportes se encuentran en buen estado técnico	Regular	4	90%	3,6	80%			0%	4	100 %	4	80%			100%	4	100%	4	80%	87%
<b>20 MEDIOAMBIENTE</b>																				
Se cumple proyecto de rehabilitación parcial	Sí					5	100 %	5								5	100%	5		
Existen incidentes Medio-ambientales	No				0	0	95%	0	19,75 %			5%			0	0	100%	0	15%	39,75 %
Existen en la cantera pantallas captadores de polvo y ruidos	No				0	0	100 %	0	9%	0	100 %	0	0		0	0	80%	0	5%	14%
Se cumple con la legislación ambiental	Sí				0%	5	100 %	5	46%			0%			0%				30%	35%
<b>21 DIQUE DE LODO</b>																				

Está ubicado con los parámetros técnicos según proyecto	Sí				0	5	100%	5	12,5%				5%				0	5	100%	5	10	27,5
Ejecución según proyecto	Sí				0	5	100%	5	12,5%				5%				0	5	100%	5	10	27,5
Se realiza mantenimiento	Sí				0%	5	50%	2,5	100%	5	100	5	100%				0%				100%	100%
<b>22 SEGURIDAD E HIGIENE DE TRABAJO</b>																						
Existe plan de seguridad minera actualizado y aprobado	Sí									5	100%	5										
El plan está basado en las resoluciones, leyes y decretos pertinentes	Sí									5	95%	4,7	5									
Se cumple el plan de seguridad e higiene	Sí									5	100%	5										
Se realiza el Riego de los caminos	Sí	5	90%	3,6	4,5%	5	100%	5	5%	5	90%	4,5	29				0	5	80%	4	5%	4

Dispone de salas comedor para los trabajadores	Sí			3,6%			5%	5	95%	4,7 5	29			0			4%	4
Dispone la sala de aseo según norma de seguridad e higiene de trabajo	Sí			80%			100%	5	95%	4,7 5	100%			0			80%	100%
			401, 5			139, 6				236, 5			295, 5			86, 6		

Los resultados obtenidos permiten determinar los índices específicos y globales de cada aspecto.

Variables e Indicadores	Valoración de los aspectos																				
	C	Técnico				Medioambiente				Seguridad				Económico				Social			
		v	i	P	Ípa	v	i	P	ípa	V	I	P	ípa	v	l	p	ípa	v	l	p	ípa
1 VARIABLE																					
n Indicadores																					
2 VARIABLE				VMC				VMC				VMCe				VMCe					VMCe
n Indicadores				VCe				VCe				VCe				VCe					VCe
3 VARIABLE				PCe				PCe				PCe				PCe					PCe
				40 1,5				139 ,6				23 6. 5				29 5, 5					8 6 , 6

### Cálculo de los índices específicos

- Índice específico Técnico

$$i_{téc} = \frac{401,5}{473,75} * 100 = 85\%$$

- Índice específico Medioambiental:

$$i_{MA} = \frac{139,6}{212} * 100 = 66\%$$

- Índice específico Seguridad:

$$i_{Seg} = \frac{236,5}{318,7} * 100 = 74\%$$

- Índice específico Económico (iEco):

$$iEco = \frac{295,5}{304} * 100 = 97\%$$

Índice específico Social (iSoc):

$$\text{➤ } iSoc = \frac{86,6}{118,5} * 100 = 73\%$$

La importancia de los criterios de evaluación (ponderadores) se encuentra reflejada en la figura 3.5.

Los aspectos evaluados, se ponderaron teniendo en cuenta la influencia de estos en todo el proceso de explotación de la cantera.

Posteriormente a la ponderación, se calculó el índice mEIC (tabla 3.4) o resultado global como también se le puede llamar.

Tabla 3-4 Resultado global obtenido en la cantera Los Guaos sector III.

Aspecto	Ponderador	Índices Específicos	Índices Globales	
Técnico	30%	85%	25,5%	
Medioambiental	20%	66%	13,2%	
Seguridad	30%	74%	22,2%	
Económico	10%	97%	9,7%	Índice mEIC
Social	10%	73%	7,3%	78%

El resultado global (índice mEIC), como ya se expresó en párrafos anteriores, permite tener una visión global sobre el estado actual de la cantera y según el valor que se obtuvo en este trabajo (78%), se califica la cantera de materiales de la construcción Los Guaos sector III de Muy Bien.

Como se observa, esta calificación demuestra que la cantera todavía necesita mejorar en aspectos cuyos valores se encuentran calificados de regular.

## **CONCLUSIONES**

1. La caracterización de la cantera en estudio permitió conocer de forma general las condiciones del campo en el cual se desarrolló el trabajo.
2. A través de criterios de expertos y los datos que tomados in situ, fue posible la selección de las variables y sus indicadores para la evaluación integral de la cantera de materiales de la construcción Los Guaos sector III.
3. La escala de valores de los indicadores de cada variable seleccionada se obtuvo según criterios de expertos.
4. El cálculo del índice mEIC de la cantera Los Guaos sector III arrojó valores de 78%, lo que evalúa su desempeño de Muy Bien.

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar el sistema de medidas que garantice el mejoramiento de los aspectos evaluados de regular en esta cantera.

## **Bibliográficas**

- ALEMÁN, J. P. (2004). Estudio del Impacto Ambiental en el Yacimiento Los Guaos. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero en Minas.
- Del Río, O. (2011). el proceso de investigación: etapas y planificación de la investigación. En Vilches, L. (coord) La investigación en comunicación. Métodos y técnicas en la era digital. Barcelona: Gedisa.
- EMC Santiago de Cuba, E. d. (2016). Datos generales concesionarios. Santiago de Cuba.
- EXPLORA GEOLOGÍA. Estudio sobre áridos: geología, legislación, medio ambiente, normativa, explotación y tratamiento. [en línea]. 2010 [Consultado: marzo 2019]. Disponible en: [www.explorageologia.com](http://www.explorageologia.com)
- Fueyo Editores. (08 de diciembre de 2016). Rocas y Minerales. Revisado el 06 de marzo de 2019, de <http://www.fueyoeditores.com/articulos-técnicos-5/1513-el-mercado-de-los-áridos>.
- Gaceta Oficial de la República de Cuba NO 3 Con Fecha 23/01/95 Ley 76. Ley De Minas.
- GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CUBA NO 7, de fecha 11/07/1997. Ley 81 de —Medio Ambientell.
- Gonzales, C. J. N. (2015). Trabajo de Diploma. Diagnóstico tecnológico de cantera de árido los caliches de la provincia de Holguín. Departamento de minería. ISMM. Moa.
- Garzón Gaitán, C. (1990). Auditorías tecnológicas. Ingeniería e investigación 50. Gestión tecnológica en la empresa, Colombia.
- Jatib, I. G. (2017). Diagnóstico del desempeño de la cantera de áridos La Inagua utilizando una matriz de evaluación en la provincia de Guantánamo.
- Lad, y S (2014). Environmental and social impacts of stone quarrying- A case study of Kolhapur District. International Journal of Current Research, 6(3): 5664-5669.

Ley de Minas, Número 3 (SUSCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN: Ministerio de Justicia Calle O No. 216 entre 225 Plaza LUNES 23 de ENERO de 1995).

Leyva, Q. A. (2018). Diseño del Sistema de explotación del Yacimiento Los Guaos: Sector III. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero de Minas.

Lipardi, G. (2016). Diagnóstico Tecnológico de la cantera de materiales para la construcción Los Guaos sector II de la provincia Santiago de Cuba. Tesis en opción al título de Ingeniero, Cuba.

Marrugo Pino, J. (2008 ). Análisis tecnológico (Diagnóstico tecnológico): herramienta de toma de decisiones y gestión del conocimiento. Colombia.

Núñez, R. M. (2018). Diagnóstico integral de la cantera Cañada Honda. En opción al título de Ingeniera.

PARRA, A. J. (2004). Estudio del Impacto Ambiental en el Yacimiento Los Guaos Tesis presentada en opción al título de Ingeniero en Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

Quintana, C. M. (2016). DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO EN LA CANTERA VICTORIA II en la provincia de La Habana.

Radio cubana. (2018). Cuba incrementa la producción de materiales de la construcción. La Habana

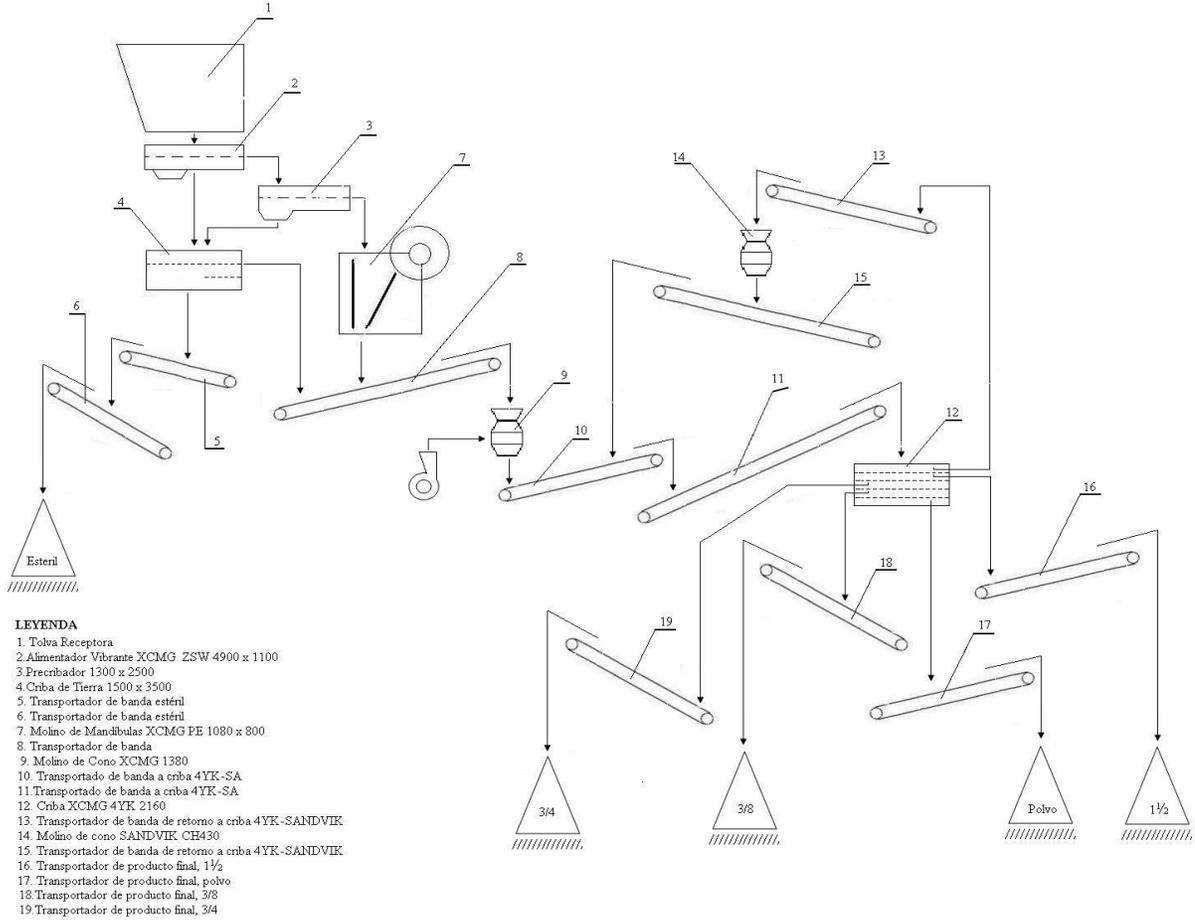
Rodríguez, T. V. (2008). Los Áridos en Castilla y Leon.

Shinn, T (1982). Scientific disciplines and organizational specificity: the social and cognitive configuration of laboratory activities. In Elias N. Martins H., Whitley R. (eds), Scientific. Establishments and Hierarchies (pp. 239-264). Dordrecht, Reidel Publishing Co.

# ANEXOS

## Anexo 1 esquema tecnológico de la planta con tecnología China.

FLUJO TECNOLÓGICO PLANTA CHINA LOS GUAOS



**Anexo 2** Valores medios de la composición química de la porfírita andecítica-dacítica

$\text{SiO}_2$	63.1
$\text{Al}_2\text{O}_3$	13.73
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	7.14
CaO	3.51
MgO	2.21
$\text{TiO}_2$	0.685

### Anexo 3 Vistas de la Cantera Los Guaos Sector III



**Anexo 4** La cantidad de trabajadores en la Planta en los distintos nudos tecnológicos

Cargo	Cantidad	Categoría	Salario Básico (\$/h)
Operadores A brigada	2	Obrero	2.50
Operadores molino A	4	Obrero	1.88
Chofer	2	Obrero	1.88
Ayudantes	6	Obrero	1.60
Técnico control calidad	1	Técnico	2.13
Electricista A	2	Técnico	1.77
Operador de Grúa	2	Obrero	1.77
Mecánico industrial A	2	Técnico	1.88
Soldador	1	Obrero	1.74
TOTAL	22		17.15

**Anexo 5** Tabla criterios de evaluación de expertos

Variables e Indicadores	Aspecto Técnico	Aspecto Medio-ambiental	Aspecto Seguridad	Aspecto Económico	Aspecto Social
<b>1 CANTERA</b>					
Posee concesión minera aprobada.	Sí (5) En proceso (1-4) No (0)	Sí (5) En proceso (1-4) No (0)		Sí (5) En proceso (1-4) No (0)	Sí (5) En proceso (1-4) No (0)
Dispone de proyecto de cierre parcial de cantera el sector III de Los Guaos		Sí (5) En proceso (1-4) No (0)		Sí (5) En proceso (1-4) No (0)	
Posee informe geológico aprobado y actualizado.	Sí (5) En proceso (1-4) No (0)				
Posee proyecto minero aprobado y actualizado.	Sí (5) En proceso (1-4) No (0)				
Existe sistema de Explotación	Sí (5) En proceso (1-4)	Sí (5) En proceso (1-4)			

	No (0)	No (0)			
Calidad del frente de cantera.	Bueno (4-5) Regular (1-3) Malo (0)				
Se explota yacimiento según proyecto minero.	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)
Se cumple plan anual de minería.	Sí (5) A veces (1-4) No (0)			Sí (5) A veces (1-4) No (0)	
Estado técnico del sistema de drenaje.	Bueno (4-5) Regular (1-3) Malo (0)	Bueno (4-5) Regular (1-3) Malo (0)			
Posee plano topográfico actualizado del yacimiento.	Sí (5) En proceso (1-4) No (0)				
Impacto visual	Nulo (4-5) Medio (1-3) Grande (0)				Nulo (4-5) Medio (1-3) Grande (0)
<b>2 RESERVAS TÉCNICAS</b>					

Existencia de las reservas técnicas planificadas	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Existe secuencia de preparación de reservas	Sí (5) En proceso (1-4) No (0)			Sí (5) En proceso (1-4) No (0)	
Se refleja en el plano topográfico las reservas técnicas	Sí (5) No (0)				
Estado de las reservas	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)			Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)	
Se controlan las reservas técnicas del yacimiento	Sí (0-5) No (0)			Sí (0-5) No (0)	
<b>3 LÍMITES DE LA CONCESIÓN MINERA</b>					
Posee vértices de explotación según resolución de la ONRM	Sí (0-5) No (0)	Sí (0-5) No (0)			

Se encuentran monumentados y señalizados los vértices de la concesión		Sí (0-5) No (0)			
Los monumentos se revisan y se les da mantenimiento	Sí (0-5) No (0)				
<b>4 FRENTE DE TRABAJO</b>					
Altura total del frente.	Adecuado (5) Regular (1-4) Insuficiente (0)				
Altura de los bancos.	Adecuado (5) Regular (1-4) Insuficiente (0)		Adecuado (5) Regular (1-4) Insuficiente (0)		
Método de explotación.	BD (0-5) BA (0-5)	BD (0) BA (0)	BD (4-5) BA (0-3)		
Nivel de restauración.		Bueno (4-5) Regular (1-3) Malo (0)			
<b>5 ESTABILIDAD DEL FRENTE DE TRABAJO</b>					

Grado de fracturación del frente	Pequeño (5) Medio (1-4) Grande (0)		Pequeño (5) Medio (1-4) Grande (0)		
Presencia de cuñas	Sí (4-5) Regular (1-3) No (0)				
Presencia de fallas	Sí (0) Regular (1-4) No (5)				
Variación físico-química y estructural de la roca	Sí (0) Regular (1-4) No (5)			Sí (0) Regular (1-4) No (5)	
Se sanea y se limpia el frente	Sí (1-5) No (0)		Sí (1-5) No (0)		
<b>6 ESTADO DE LAS PLATAFORMAS</b>					
Ancho de plataforma de trabajo según proyecto	Bueno (5) Regular(1-4) Malo (0)		Bueno (5) Regular(1-4) Malo (0)		
Se mantiene la	Sí (5)	Sí (5)	Sí (5)		

limpieza de la plataforma de trabajo	A veces (1-4) No (0)	A veces (1-4) No (0)	A veces (1-4) No (0)		
Seguridad de la plataforma y taludes según proyecto	Bueno (5) Regular(1-4) Malo (0)		Bueno (5) Regular(1-4) Malo (0)		
<b>7 CONDICIÓN DE LAS VÍAS DE ACCESO</b>					
Ancho de las vías según proyecto	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)		Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)		
Estado de la pendiente del camino minero	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)		Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)	
Disponen las vías de sistema anti-caídas			Sí (5) En proceso (1-4) No (0)		
Disponen las vías de sistema de señalización			Sí () No ()		
Se realiza	Sí (5)		Sí (5)		

mantenimiento planificado en las vías	No (0)		No (0)		
Existencia de equipamiento para mantenimiento	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Estado técnico del sistema de drenaje	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)				
<b>8 PASAPORTE DE PERFORACIÓN Y VOLADURA</b>					
Confección y cumplimiento del pasaporte de perforación	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Los equipos de perforación cumplen con productividades planificadas	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Los equipos de perforación		Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		Sí (5) No (0)

poseen captadores de polvo					
Los operarios poseen los medios de seguridad requeridos			Sí (5) No (0)		
Diámetro de perforación adecuado	Sí (5) No (0)				
Se controla la perforación ejecutada en el yacimiento	Sí (5) No (0)				
Cumplimiento del pasaporte de voladura planificado	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Siempre se obtiene la granulometría planificada	Sí (5) A veces (1-4) No (0)			Sí (5) A veces (1-4) No (0)	

Cumplimiento del índice de consumo planificada	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Se utilizan explosivos según condiciones de la cantera	Sí (5) No (0)				
Se controla el uso de los explosivos y los medios de explosión	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)	
Es adecuado el método de iniciación utilizado	Sí (5) No (0)		Sí (5) No (0)		
Se mide la generación de polvo producido en la perforación		Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		
Existe proyecciones de pedazos de roca fuera de los límites			Sí (0) No (5)		

previstos					
Nivel de generación de ondas aérea peligrosa		Baja (5) Media (1-4) Alta (0)	Baja (5) Media (1-4) Alta (0)		Baja (5) Media (1-4) Alta (0)
Nivel de generación de ondas sísmicas		Baja (5) Media (1-4) Alta (0)	Baja (5) Media (1-4) Alta (0)		Baja (5) Media (1-4) Alta (0)
<b>9 FRAGMENTACIÓN SECUNDARIA (FS)</b>					
acumulación de rocas sobre medidas	Alto (0) Medio (1-4) Nulo (5)			Alto (0) Medio (1-4) Nulo (5)	
Se realiza fragmentación secundaria FS	Sí (0) A veces (1-4) No (5)			Sí (0) A veces (1-4) No (5)	
El método utilizado es el adecuado	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)			
Estado técnico del equipamiento utilizado	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)		Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)	
<b>10 ACARREO CON BULDÓCER</b>					

Cumplimiento con el plan de acarreo mensual	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Estado técnico del equipo	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)		Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)	
Se cumple con el índice de consumo de diésel	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Se cumple la productividad planificada	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
<b>11 EQUIPOS DE CARGA Y DE TRANSPORTE DE LA ROCA ÚTIL</b>					
Es adecuado el sistema de carga y de transporte de la roca útil	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Estado técnico de los equipos de carga y de transporte de la	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)		Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)	

roca útil					
Existe correspondencia de equipos de carga con medios de transporte	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Se cumple costo por m <sup>3</sup> desde el frente a la tolva del primario				Sí (5) No (0)	
Cumplimiento del índice de consumo de diésel				Sí (5) No (0)	
Equipos cumplen productividades planificadas	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
<b>12 ESCOMBRERA</b>					
Ubicación y parámetros técnicos	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)
Se depositan	Sí (5)	Sí (5)	Sí (5)		Sí (5)

adecuadamente los materiales	No (0)	No (0)	No (0)		No (0)
Se le da mantenimiento	Sí (5) No (0)		Sí (5) No (0)		
<b>13 PLANTA DE PROCESAMIENTO Y SU SISTEMA DE SEGURIDAD</b>					
Cumplimiento del proyecto de procesamiento	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)	
Cumplimiento del plan de producción	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Flujo tecnológico	Adecuado (5) Regular (1-4) No adecuado (0)				
Existe esquema del proyecto de procesamiento actualizado y aprobado	Sí (5) En proceso (1-4) No (0)	Sí (5) En proceso (1-4) No (0)		Sí (5) En proceso (1-4) No (0)	
Existe acopio próximo a la tolva primaria	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	

Equipos cumplen plan de proyecto	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Dispone de registro de control de la producción	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Grado de automatización instalado	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)				
Posee Cerramiento de la tolva de alimentación de la trituradora	Sí (5) No (0)				
Existe sistema de eliminación de polvo	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		Sí (5) No (0)
La tolva dispone de barrera no franqueable	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Dispone de caseta de control de operaciones	Sí (5) No (0)		Sí (5) No (0)		

Dispone de los medios para control de descarga	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Dispone de medios para controlar el funcionamiento de los molinos	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene de trabajo		Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		
Los transportadores disponen de protección de los tambores.			Sí (5) No (0)		
Los transportadores disponen de	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	

sistemas de control de producción.					
Los transportadores se encuentran tapados			Sí (5) No (0)		
Los transportadores disponen de seguridad anti atrapamiento			Sí (5) No (0)		
Los transportadores disponen de protección de las correas de los motores.			Sí (5) No (0)		
Los transportadores disponen de detectores de	Sí (5) No (0)				

metales					
Los transportadores disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista			Sí (5) No (0)		
Los tambores de cola están a una altura adecuada			Sí (5) No (0)		
Cerramiento de los equipos de trituración	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		
Cerramiento de los equipos de molienda	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		
Cerramiento de los esquemas de clasificación	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		
Dispone de caseta de control de			Sí (5) No (0)		

operaciones en la zona de clasificación					
Dispone de medios audiovisuales para controlar la descarga	Sí (5) No (0)				
Dispone de control para el funcionamiento de los molinos	Sí (5) No (0)				
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene de trabajo		Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		
Dispone de sistema que reduzca el polvo en la alimentación y descarga de los		Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		

equipos de trituración y molienda					
Dispone de sistema que reduzca el polvo en la alimentación y descarga de los clasificadores		Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		
Acopios disponen de protección contra el viento		Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		
Altura de caída adecuada	Adecuada (5) No adecuada (0)		Adecuada (5) No adecuada (0)		
Existe sistema de eliminación o reducción de polvo en la descarga de los silos		Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		
Existe señalización adecuada de las			Sí (5) No (0)		

instalaciones					
Uso de elementos de protección individual (EPI's)			Sí (5) No (0)		
Nivel de mantenimiento de las instalación	Alto (5) Medio (3-4) Bajo (0-2)		Alto (5) Medio (3-4) Bajo (0-2)	Alto (5) Medio (3-4) Bajo (0-2)	
Consumo de corriente eléctrica KW/t	Alto (0) Normal (5)			Alto (0) Normal (5)	
Dispone de sala de control	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Estado técnico de la sala de control de la corriente eléctrica	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)		Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)		
Estado de las canalizaciones eléctricas	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)		Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)		
Disponen de taller para	Sí (5) No (0)		Sí (5) No (0)		

mantenimiento					
Estado del taller	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)		Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)		
Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustible y aceites		Sí (5) No (0)		Sí (5) No (0)	
Se cumple consumo de diésel según plan	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Dispone de surtidor propio	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		
Autorización de productor de residuos peligrosos (en caso que existan dichos residuos)		Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		
Nivel de consumo	Alto (0)	Alto (0)		Alto (0)	

de agua para el lavado de los áridos ( se realiza la recirculación)	Medio (1-4) Bajo (5)	Medio (1-4) Bajo (5)		Medio (1-4) Bajo (5)	
Disponen de laboratorio de planta	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Dispone de sistema de gestión medioambiental ISO UNE 14 001					
Dispone de sistema de gestión de calidad ISO UNE 9 001	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Dispone de sistema de la seguridad OSHAS			Sí (5) No (0)		
Nivel de aprovechamiento de la planta	Alto (5) Medio (3-4) Bajo (0-2)			Alto (5) Medio (3-4) Bajo (0-2)	

Demanda en la venta del material (producto final)	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)			Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)	Bueno (5) Regular (1-4) Malo (0)
<b>14 CONTROL DE SERVICIOS RECIBIDOS</b>					
Se subcontratan los trabajos de perforación y voladura	Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)	
Cumplimiento del costo de la perforación y voladura				Sí (5) No (0)	
Se subcontratan otros equipos o maquinarias mineras				A veces (0-4) No (5)	
<b>15 EMPLEO</b>					
Aumento del nivel de empleo					Sí (5) Regular(1-4) No (0)
Número de	Suficiente (5)			Suficiente (5)	Suficiente (5)

trabajadores	Insuficiente (0)			Insuficiente (0)	Insuficiente (0)
Número de jornadas de trabajo	Suficiente (5) Insuficiente (0)			Suficiente (5) Insuficiente (0)	
Índice de ausentismo	Admisible (5) Inadmisible (0)			Admisible (5) Inadmisible (0)	
<b>16 ACCIDENTES E INCIDENTES</b>					
Número de accidentes mortales	Grande (0) Pequeño (1-4) Nulo (5)		Grande (0) Pequeño (1-4) Nulo (5)	Grande (0) Pequeño (1-4) Nulo (5)	Grande (0) Pequeño (1-4) Nulo (5)
Número de accidentes graves por mantenimiento	Grande (0) Pequeño (1-4) Nulo (5)		Grande (0) Pequeño (1-4) Nulo (5)		
Índice de incidencia	Alto (0) Medio (1-4) Bajo (5)		Alto (0) Medio (1-4) Bajo (5)		
Número de horas pérdidas por accidentes	Grande (0) Pequeño (1-4) Nulo (5)			Grande (0) Pequeño (1-4) Nulo (5)	
Cantidad de incidentes al año	Grande (0) Pequeño (1-4)		Grande (0) Pequeño (1-4)		

	Nulo (5)		Nulo (5)		
<b>17 CAPACITACIÓN DE TRABAJADORES</b>					
Existe programa de capacitación			Sí (5) No (0)		
Horas de capacitación técnica	Suficientes (5) Medio (1-4) Insuficientes (0)				
Horas de capacitación de Seguridad y Salud			Suficientes (5) Medio (1-4) Insuficientes (0)		
<b>18 INVERSIONES</b>					
Magnitud de negocio				Grande (5) Medio (3-4) Pequeño (0-2)	
Se dispone de plan de inversión a corto y mediano plazo				Sí (5) En proceso (1-4) No (0)	
Se cumple con costes de exploración y				Sí (5) A veces (1-4) No (0)	

explotación					
comunicación con la población				Sí (5) Regular (1-4) No (0)	Sí (5) Regular (1-4) No (0)
Dispone la empresa de hoja de reclamación al servicio del cliente				Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)
<b>19 FLUJO DE TRANSPORTE CANTERA-PUEBLO Y VICEVERSA</b>					
Aumento del beneficio de la red de transporte a la población periférica					Sí (5) Regular (1-4) No (0)
Existe control de transporte desde los almacenes hasta puntos de venta				Sí (5) No (0)	
Control proporcional de				Sí (5) No (0)	

transporte por carretera con respecto al total					
Los transportes se encuentran en buen estado técnico	Sí (5) Regular (1-4) No (0)		Sí (5) Regular (1-4) No (0)		Sí (5) Regular (1-4) No (0)
<b>20 MEDIO AMBIENTE</b>					
Se cumple proyecto de rehabilitación		Sí (5) No (0)			
Existen incidentes Medio-ambientales		Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)
Existen en la cantera pantallas captadores de polvo y ruidos		Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		Sí (5) No (0)
Se cumple con la legislación ambiental		Sí (5) No (0)			
<b>21 DIQUE DE LODO</b>					

Está ubicado con los parámetros técnicos según proyecto		Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)
Ejecución según proyecto		Sí (5) No (0)			Sí (5) No (0)
Se realiza Mantenimiento		Sí (5) No (0)	Sí (5) No (0)		
<b>22 SEGURIDAD E HIGIENE</b>					
Existe plan de seguridad minera actualizado y aprobado	Sí (5) No (0)		Sí (5) No (0)		
El plan está basado en las resoluciones, leyes y decretos pertinentes			Sí (5) No (0)		
Se cumple el plan de seguridad e higiene			Sí (5) No (0)		

Se realiza el Riego de los caminos	Sí (1-5) No (0)	Sí (1-5) No (0)	Sí (1-5) No (0)		Sí (1-5) No (0)
Dispone de salas comedor para los trabajadores			Sí (5) No (0)		
Dispone la sala de aseo según norma de seguridad e higiene de trabajo			Sí (5) No (0)		