

INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO DE MOA

“Dr. ANTONIO NUÑEZ JIMENEZ”

FACULTAD DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

DEPARTAMENTO DE MINERÍA

Trabajo de diploma presentada en opción al Título de Ingeniero de Minas

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DE LA CANTERA DE ÁRIDOS
SAN JOSÉ SUR**

Autor: Jona Haikera Thiremo

Moa / 2017

**INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICODE MOA
“Dr. ANTONIO NUÑEZ JIMENEZ”
FACULTAD DE GEOLOGÍA Y MINERÍA
DEPARTAMENTO DE MINERÍA**

Trabajo de diploma presentada en opción al Título de Ingeniero de Minas

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DE LA CANTERA DE ÁRIDOS
SAN JOSÉ SUR**

Autor: Jona Haikera Thiremo _____

Tutores: Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés _____

MSc. Ricardo Ricardo Ávila _____

Moa / 2017

Pensamiento

“Si puedes medir aquello de lo que hablas, y si puedes expresarlo mediante un número, entonces puedes pensar que sabes algo; pero si no lo puedes medir, tu conocimiento será pobre e insatisfactorio.”

William Thompson

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi querida familia y a Helvi Penehafo Mbango, que su alma descansa en paz eterna.

Agradecimientos

Mi apreciación y gratitud para el señor todo poderoso que hizo todo posible, la gracia y gloria sea del señor Jesús Cristo.

A mi gobierno (Namibia) y el gobierno Cubano por ofrecerme la oportunidad de formarme como profesional.

Deseo expresar mi gran agradecimiento a mis tutores Dra. Mayda Ulloa Carcassés y MSc. Ricardo Ricardo Ávila por haberme ayudado y guiado a realizar este trabajo.

Mi gratitud a toda mi familia por su amor y apoyo incondicional.

Mis sinceros agradecimientos a las siguientes personas por su aporte en la culminación de este trabajo y en lo que hoy soy: a todos los profesores del Departamento de Minería del ISMM, en especial a Dra. Naisma Hernández Jatib, por ayudarme mucho en la realización del trabajo, a los profesores de otros departamentos que me han impartido clases; al equipo del Departamento de Explotación de Yacimientos de la Empresa de Canteras (La Habana), los trabajadores de la cantera San José Sur, en especial a la Ingeniera Mirna y a los trabajadores de la empresa que de una forma u otra me facilitaron información.

Mi gratitud profunda a mis amigos Edwin (Los 5), Chino, Salom, Yuri Mota, Geoverth, Gerson, María, Kahundu, Custodia

A todos los compañeros, extranjeros y cubanos que de una forma u otra han formado parte de mi vida.

A la familia Brown gracias por acogerme como parte de la familia y como un hijo.

.

Resumen

En el presente trabajo se realizó un diagnóstico tecnológico de la cantera de áridos San José Sur, explotado por la Empresa de Canteras, MICONS. Para su ejecución se utilizó una herramienta denominada matriz de Evaluación de Cantera de Áridos (mECA), la cual permite evaluar íntegramente el desempeño de una cantera. La mECA aplicada fue adaptada a las condiciones del país y de la cantera objeto de estudio, La selección de las variables e indicadores se efectuó a través de trabajos conjunto tanto en gabinete como en la cantera con los especialistas de la empresa junto con los criterios de profesores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM), quedándose finalmente con 21 variables e 165 indicadores, evaluando cinco aspectos, los aspectos técnicos, medioambientales, de seguridad, económicos y los sociales. El valor final del índice mECA obtenido es de 73 %, calificándola con un desempeño de muy bien.

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

Abstract

In the present work, a technological diagnosis was carried out in the San José Sur aggregate quarry, operated by the Empresa de Canteras, MICONS. To conduct the diagnosis, a matrix, Quarries valuation matrix, “*mECA*”, (abbreviations in Spanish) was used, which permits to fully evaluate the performance of a quarry. The matrix applied in the quarry being studied was modified, adapting it to the mining exploitation norms of the country. The selection of the variables and indicators contained in the matrix was carried out through cooperative work between the specialist from the mining department of the company, the author as well as the criteria from the lecturers of the Higher Institute of Mining and Metallurgy of Moa, after carrying out field trips to the quarry. 21 variables and 165 indicators were used in the evaluation process, analyzing five aspects: technical, environmental, safety, economic and social aspects. The final value of the *mECA* index obtained was 73%, obtaining a very good performance.

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

Pensamiento

“Si puedes medir aquello de lo que hablas, y si puedes expresarlo mediante un número, entonces puedes pensar que sabes algo; pero si no lo puedes medir, tu conocimiento será pobre e insatisfactorio.”

William Thompson

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi querida familia y a Helvi Penehafo Mbango, que su alma descanse en paz eterna.

Agradecimientos

Mi apreciación y gratitud para el señor todo poderoso que hizo todo posible, la gracia y gloria sea del señor Jesús Cristo.

A mi gobierno (Namibia) y el gobierno Cubano por ofrecerme la oportunidad de formarme como profesional.

Deseo expresar mi gran agradecimiento a mis tutores Dra. Mayda Ulloa Carcassés y MSc. Ricardo Ricardo Ávila por haberme ayudado y guiado a realizar este trabajo.

Mi gratitud a toda mi familia por su amor y apoyo incondicional.

Mis sinceros agradecimientos a las siguientes personas por su aporte en la culminación de este trabajo y en lo que hoy soy: a todos los profesores del Departamento de Minería del ISMM, en especial a Dra. Naisma Hernández Jatib, por ayudarme mucho en la realización del trabajo, a los profesores de otros departamentos que me han impartido clases; al equipo del Departamento de Explotación de Yacimientos de la Empresa de Canteras (La Habana), los trabajadores de la cantera San José Sur, en especial a la Ingeniera Mirna y a los trabajadores de la empresa que de una forma u otra me facilitaron información.

Mi gratitud profunda a mis amigos Edwin (Los 5), Chino, Salom, Yuri Mota, Geoverth, Gerson, María, Kahundu, Custodia

A todos los compañeros, extranjeros y cubanos que de una forma u otra han formado parte de mi vida.

A la familia Brown gracias por acogerme como parte de la familia y como un hijo.

Resumen

En el presente trabajo se realizó un diagnóstico tecnológico de la cantera de áridos San José Sur, explotado por la Empresa de Canteras, MICONS. Para su ejecución se utilizó una herramienta denominada Matriz de Evaluación de Cantera de Áridos (mECA), la cual permite evaluar íntegramente el desempeño de una cantera. La mECA aplicada fue adaptada a las condiciones del país y de la cantera objeto de estudio. La selección de las variables e indicadores se efectuó a través de trabajos conjuntos tanto en gabinete como en la cantera con los especialistas de la empresa junto con los criterios de profesores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM), quedándose finalmente con 21 variables e 165 indicadores, evaluando cinco aspectos, el aspecto técnico, medioambiental, de seguridad, económico y los social. El valor final del índice mECA obtenido es de 73 %, calificándola con un desempeño de muy bien.

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

Abstract

In the present work, a technological diagnosis was carried out in the San José Sur aggregate quarry, operated by the Empresa de Canteras, MICONS. To conduct the diagnosis, a matrix, Quarries valuation matrix, “*mECA*”, (abbreviations in Spanish) was used, which permits to fully evaluate the performance of a quarry. The matrix applied in the quarry being studied was modified, adapting it to the mining exploitation norms of the country. The selection of the variables and indicators contained in the matrix was carried out through cooperative work between the specialist from the mining department of the company, the author as well as the criteria from the lecturers of the Higher Institute of Mining and Metallurgy of Moa, after carrying out field trips to the quarry. 21 variables and 165 indicators were used in the evaluation process, analyzing five aspects: technical, environmental, safety, economic and social aspects. The final value of the *mECA* index obtained was 73%, obtaining a very good performance.

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

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. TENDENCIA ACTUAL DEL PROBLEMA.....	4
1.1 Diagnóstico tecnológico	4
1.2 Producción de áridos en Cuba.....	6
1.3 Fundamento legal de la investigación.....	7
1.4 Caracterización general de la cantera San José Sur	9
• Ubicación geográfica	9
• Geología del yacimiento.....	11
• Capacidad anual de producción y vida útil.....	11
• Condiciones minero-técnicas del yacimiento	12
• Elementos principales de la explotación en la cantera objeto de estudio	12
• Régimen de trabajo.....	13
CAPÍTULO II. ETAPAS METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN	14
2.1 Etapas metodológicas de investigación	14
2.2 Descripción de la evaluación cualitativa de los aspectos a evaluar.....	16
2.3 Descripción del procedimiento de la aplicación de la mECA	17
CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO EN LA CANTERA DE ÁRIDOS SAN JOSÉ SUR	22
3.1 Aplicación de la mECA en la cantera San José Sur	22
3.1.1 Selección de las variables e indicadores de la mECA para la cantera San José Sur	22
3.2 Descripción de los aspectos evaluados en la cantera San José Sur	29
• Aspecto técnico.....	29
• Aspecto medioambiental	35
• Valoración de la seguridad del trabajo	37
• Valoración económica.....	37
• Valoración social	38
3.3 Cálculo de la mECA para la cantera San José Sur.....	38
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIÓN.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXOS	



INTRODUCCIÓN

Los áridos son el producto más consumido por el hombre después del agua, a la vez que constituyen un insumo fundamental para la construcción, es una de las principales fuentes de crecimiento económico y por tanto de bienestar para la sociedad. Estas consideraciones parten de los criterios de Delleroy y El Kharim (2013), Farhana y col (2013), Zongjin, (2014), Chiemela y col.(2015), Sulymond y col. (2017).

Estos materiales representan la porción de menor costo en una obra y constituyen el mayor volumen de los componentes del producto final (Martínez-Segura, (2009), Ganiron, (2015), Barbachi y col., (2017). Así que, el aumento de su demanda en el sector de la construcción durante los últimos años, ha generado un incremento en la extracción de esta materia prima, lo que requiere un mayor control de los procesos de obtención a través de diagnósticos tecnológicos integrales que analicen las tecnologías existentes y determinen el nivel técnico y el desempeño ambiental de las canteras en explotación.

Lo anterior, ha condicionado el desarrollo de estudios sobre diagnósticos tecnológicos desde diversos enfoques disciplinarios, aristas y denominaciones. Esto se evidencia en la diversidad de nomenclatura que se utiliza como sinónimo de diagnóstico tecnológico: gestión tecnológica, auditoría, mejora continua y otros.

En la actualidad se emplea ampliamente una herramienta para el diagnóstico tecnológico integral de canteras de árido denominada Matriz de Evaluación de Cantera de Árido (mECA) desarrollada por Martínez-Segura (2009), la cual permite evaluar íntegramente el desempeño de una cantera, a través de variables e indicadores de los principales aspectos de su actividad.

Con la gran demanda de materiales para la construcción en el país, debido a los programas nacionales de inversión en el sector, se constató, que en las canteras, de forma general, existen insuficiencias relacionadas con la poca preparación o nivelación de las superficies de las áreas a barrenar, incorrecta identificación de la demanda en algunas canteras y la no concordancia de las redes de perforación, así como, atrasos en la ejecución de las voladuras por



problemas técnicos, organizativos, de aseguramiento y financieros, que provocan la pérdida de barrenos sin explosionar y las paralizaciones de las plantas de procesamiento por deficiencias tecnológicas. Esto ha generado la necesidad de que se realicen estudios en estas entidades.

La explotación del yacimiento San José Sur, ubicado en el municipio de San José de las Lajas, provincia de Mayabeque, lo realiza la Empresa de Canteras del Ministerio de la Construcción (MICONSA), y es el encargado de suministrar parte de la materia prima utilizada en las construcciones de viviendas, instalaciones culturales, deportivas y de comercio y a diferentes obras priorizadas del país para garantizar sus ejecuciones en tiempo y con la calidad requerida.

La materia prima (Caliza, Caliza dolomítica y Dolomita) que se extrae del yacimiento abastece a las plantas de procesamiento de Jamaica y Dragón Camoa en el cual se procesan por vías tanto seca como húmeda, para la obtención de cinco productos terminados, macadam, gravilla, granito, arena y el polvo.

A pesar de la complejidad de la geología y las dificultades que se presentan a la hora de procesar el material extraído, la explotación de este yacimiento, que lleva más de 100 años de explotación, es de gran importancia en la región occidental, debido a la calidad de la roca que posee.

Los trabajos realizados en la cantera han abordado estudios para evaluar el impacto medio-ambiental con respecto al proceso productivo y la valoración del empleo de los residuos (lodos) proveniente de la Planta 206 “Dragón Camoa” en la producción de otros materiales de construcción, específicamente para morteros y elementos cerámicos, sin embargo, hasta el momento no se ha efectuado un diagnóstico que integre, además de los aspectos medioambientales, lo relacionado con el nivel técnico, la seguridad, la protección del trabajo y sus efectos socio-económico. Esta situación condiciona el **problema** que fundamenta el presente trabajo: la necesidad de realizar un diagnóstico tecnológico de la cantera San José Sur que permita evaluar de forma integral su desempeño y contribuya a mejorar la eficiencia, la calidad de su producción y disminuir el impacto ambiental.



Este problema científico determina como **objeto de estudio** el diagnóstico tecnológico de cantera de áridos.

El **Objetivo general** consiste en realizar un diagnóstico tecnológico de la cantera de áridos San José Sur para evaluar de forma integral su desempeño y contribuir a mejorar la eficiencia, la calidad de producción y disminuir el impacto ambiental.

El **campo de acción** está dado por la concesión minera de explotación y procesamiento del yacimiento San José Sur.

La hipótesis de la investigación plantea que si se caracteriza la cantera, se determinan las variables y los indicadores a evaluar y se calculan los parámetros de la matriz de evaluación de canteras (mECA), entonces se podrá obtener un diagnóstico tecnológico de la cantera San José Sur que permita evaluar de forma integral su desempeño.

Objetivos específicos:

- Caracterizar la cantera San José Sur.
- Seleccionar las variables e indicadores de la mECA para la evaluación integral de la cantera San José Sur.
- Calcular los parámetros de la mECA de la cantera San José Sur.



CAPÍTULO I. TENDENCIA ACTUAL DEL PROBLEMA

Introducción

El objetivo del presente capítulo es ofrecer una visión general sobre el diagnóstico tecnológico de cantera de áridos, a partir del conocimiento de los antecedentes sobre el tema, para fundamentar y establecer una metodología que permita determinar el estado tecnológico y la caracterización de la cantera San José Sur.

1.1 Diagnóstico tecnológico

Un diagnóstico se refiere a los resultados que se arrojan luego de un estudio, evaluación o análisis sobre determinado ámbito u objeto y tiene como propósito reflejar la situación, para que luego se proceda a realizar una acción o tratamiento que ya se preveía realizar o que a partir de los resultados del mismo se decide llevar a cabo. El diagnóstico tiene como objetivo obtener conocimientos que permitan realizar cambios orientados a resolver los problemas o cubrir necesidades que se hayan detectado.

Se realizan diferentes tipos de diagnósticos, y a continuación se da una breve descripción de algunos de ellos.

El diagnóstico administrativo es aquel que tiene como propósito conocer la organización administrativa y el funcionamiento del área de objeto de estudio y tiene la finalidad de detectar las causas y los efectos de los problemas administrativos de la empresa.

Otro de los diagnósticos realizado en las empresas es el diagnóstico estratégico, el cual se alimenta de todas las reflexiones que se hacen en torno a las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que surgen dentro y fuera de la unidad empresarial y se puede dividir en dos: el diagnóstico estratégico interno y el diagnóstico estratégico externo. Diagnóstico estratégico interno es aquel que se orienta a precisar las fortalezas y debilidades de los cinco recursos fundamentales de la empresa: los recursos humanos, financieros, tecnológicos, productivos y comerciales y para lograr un análisis interno confiable, se utiliza una herramienta llamada Perfil de Capacidad Interna o la matriz de PCI. El diagnóstico externo o análisis externo o auditoría



externa se orienta a las oportunidades y amenazas que afectan las capacidades o recursos fundamentales externos con las que se puede apoyar la empresa para enfrentar competitivamente su medio. Esos recursos o capacidades pueden ser: Tecnológicos, económicos, geográficos, productivos y comerciales. Se utiliza una herramienta llamada Perfil de las Oportunidades y Amenazas en el Medio o Matriz POAM para lograr un análisis externo confiable.

En el sector de minería se realiza muchas veces el estudio de impactos ambientales (EslA) el cual, es un estudio técnico, de carácter interdisciplinar, que incorporado en el procedimiento de la evaluación de impacto ambiental, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Este estudio identifica, describe y valora de manera apropiada, y en función de las particularidades de cada caso concreto, los efectos notables previsibles que la realización del proyecto produce sobre los distintos aspectos ambientales. Sin embargo, con todo lo mencionado anteriormente, para poder realizar una mejor evaluación del desempeño de una explotación minera, haría falta un estudio profundo que abarca todo desde los aspectos técnicos, medioambientales, de seguridad y socioeconómicos, lo cual constituye el estudio de diagnóstico tecnológico integral.

Los diagnósticos tecnológicos se abordan desde diferentes aristas y diversos autores utilizan términos como: gestión tecnológica, auditoría, mejora continua etc.

Marrugo (2008) plantea que el diagnóstico tecnológico es un diagnóstico analítico de la trayectoria pasada y del estado actual de la empresa, así como de sus potencialidades prospectivas, respecto al cumplimiento de su misión, de sus objetivos y de sus actividades productivas, del estado de sus recursos, y de su funcionamiento técnico organizacional y que su análisis consiste en dos actividades paralelas que permiten conjuntamente, una relación de la situación actual y potencial de la organización con su entorno. Garzón (1990) explica en su metodología una herramienta que permite realizar un diagnóstico



tecnológico desde el punto de vista estratégico y de competencias de una empresa con lo que además se permite conocer el grado en que una tecnología aporta a la sostenibilidad de la estrategia de una entidad al desarrollar en ella un proceso de auditoría tecnológica.

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

Este último enfoque, considerando todos los aspectos del sistema de producción, utiliza una metodología basada en la denominada matriz de evaluación de canteras de áridos (mECA), a partir de la cual se valoran aspectos técnicos, medioambientales, de seguridad y socioeconómicos.

1.2 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 (Alfaro, 2003).

Asociado con esta actividad se han realizado diversas investigaciones en el país, principalmente relacionadas con diagnósticos ambientales de canteras (Milián, 2012; Montes-de-Oca y Ulloa-Carcassés, 2013), sin embargo, se presentan limitaciones en la industria de materiales para la construcción relacionadas con el desarrollo tecnológico, ambiental y minero. Tales limitaciones se relacionan con la carencia de estudios científicos sobre el tema, la falta de equipamiento para realizar la minería selectiva y el insuficiente registro de datos oficiales sobre el crecimiento nacional de este sector, lo cual ha conllevado a incumplimientos de los planes de producción. Lo antes referido muestra la necesidad de efectuar diagnósticos integrales que analicen las



tecnologías existentes y determinen el nivel técnico y el desempeño ambiental de las canteras en explotación en Cuba.

En Cuba se explotan más de 100 canteras de áridos, la mayoría de ellas se localizan en la región oriental, con producciones que ascienden los 200 000 m³. En el año 2016 la producción de áridos, alcanzó un volumen de 6 000 000, de los cuales, las plantas de la Empresa de Canteras de la Habana aportaron 1 800 000 m³.

En términos generales, en Cuba, se han realizado cinco estudios que constituyen diagnósticos tecnológicos y valoran el desempeño integral de las canteras de áridos ubicadas en la región oriental. En el año 2015, Goncalves y Víctor realizaron un diagnóstico tecnológico en dos canteras de la provincia Holguín; Chacón y Lipardi (2016) lo desarrollaron en Santiago de Cuba y mientras Cutiño lo hizo en Guantánamo correspondiendo a las canteras Los Caliches, el Pílon, Yarayabo, Los Guaos y La Inagua, respectivamente.

1.3 Fundamento legal de la investigación

La base legal de la investigación se sustenta en la Ley 76 de Minas, aprobada el 21 de diciembre de 1994, que constituye el instrumento jurídico más importante en cuanto a la gestión de los recursos minerales, y especifica en la segunda sección, en el artículo 41 inciso c) "...hay que preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área, elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto derivado de sus actividades...", mientras que en el inciso n) plantea: "...hay que realizar investigaciones técnico-productivas e introducir innovaciones tecnológicas relacionadas con la actividad minera, para mejorar la eficiencia económica y el aprovechamiento de los recursos minerales...".

Otra de las leyes que sustentan la presente investigación es la Ley 81 de Medio Ambiente promulgada el 11 de julio de 1997, refleja el reconocido esfuerzo del estado, respecto a la protección del medio ambiente, en el marco de una política de desarrollo consagrada a lo largo de cuatro décadas de transformaciones revolucionarias, tanto políticas como socioeconómicas, en estrecha correspondencia con el artículo 27 de la Constitución de la República,



al establecer que: “el estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país, reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras”.

En el artículo 28 inciso e), de la mencionada Ley del Medio Ambiente, queda establecido que la minería se encuentra dentro de las actividades sujetas al proceso de evaluación de impacto ambiental. El proceso de evaluación de impacto ambiental en las actividades de la minería requerirá en casi todos los casos de un estudio de impacto ambiental, para proceder con el otorgamiento de la licencia ambiental.

En el artículo 57 inciso b) recoge que “...hay que impulsar y promover la investigación científica y la innovación tecnológica, que permitan el conocimiento y desarrollo de nuevos sistemas, métodos, equipos, procesos, tecnologías y dispositivos para la protección del medio ambiente, así como la adecuada evaluación de procesos de transferencia tecnológica y el inciso d) hace referencia a la aplicación de mejoras tecnológicas que permitan prevenir, evaluar, controlar y revertir el deterioro ambiental ...”.

Esta investigación además se sustenta en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en VI Congreso del Partido. En consecuencia, se citan los lineamientos:

132. Perfeccionar las condiciones organizativas, jurídicas e institucionales para establecer tipos de organización económica que garanticen la combinación de investigación científica e innovación tecnológica, desarrollo rápido y eficaz de nuevos productos y servicios, su producción eficiente con estándares de calidad apropiados y la gestión comercializadora interna y exportadora, que se revierta en un aporte a la sociedad y en estimular la reproducción del ciclo. Extender estos conceptos a la actividad científica de las universidades.

134. Las entidades económicas en todas las formas de gestión contarán con el marco regulatorio que propicie la introducción sistemática y acelerada de los resultados de la ciencia, la innovación y la tecnología en los procesos



productivos y de servicios, teniendo en cuenta las normas de responsabilidad social y medioambiental establecidas.

135. Definir una política tecnológica que contribuya a reorientar el desarrollo industrial, y que comprenda el control de las tecnologías existentes en el país; a fin de pro-mover su modernización sistemática atendiendo a la eficiencia energética, eficacia productiva e impacto ambiental, y que contribuya a elevar la soberanía tecnológica en ramas estratégicas. Considerar al importar tecnologías, la capacidad del país para asimilarlas y satisfacer los servicios que demanden, incluida la fabricación de piezas de repuesto, el aseguramiento metrológico y la normalización.

138. Prestar mayor atención en la formación y capacitación continuas del personal técnico y cuadros calificados que respondan y se anticipen al desarrollo científico- tecnológico en las principales áreas de la producción y los servicios, así como a la prevención y mitigación de impactos sociales y medioambientales.

218. 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 petroquímica; 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.

233. Recuperar e incrementar la producción de materiales para la construcción que aseguren los programas inversionistas priorizados del país (turismo, viviendas, industriales, entre otros), la expansión de las exportaciones y la venta a la población. 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.

1.4 Caracterización general de la cantera San José Sur

- **Ubicación geográfica**

El yacimiento San José Sur se encuentra ubicado a 3 Km del poblado de San José de Las Lajas perteneciente al municipio homónimo en la provincia de Mayabeque (figura 1.1).

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

X = 379000.00

Y = 350500.00

La concesión minera de explotación, otorgada dentro de este yacimiento, se encuentra limitada por las siguientes coordenadas nacionales:

Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
1	379571.14	350062.96	11	378680.06	350376.97
2	379339.48	349800.99	12	378739.65	350420.00
3	379326.08	349800.71	13	378769.80	350809.99
4	379313.49	349850.76	14	378955.30	351020.94
5	379248.45	349852.52	15	378975.65	350997.76
6	379179.61	349809.10	16	379318.97	350807.05
7	379178.47	349811.09	17	379656.37	350464.29
8	379103.61	349906.06	18	379490.07	350270.15
9	378862.08	350092.90	19	379475.12	350192.59
10	378680.18	350200.21			

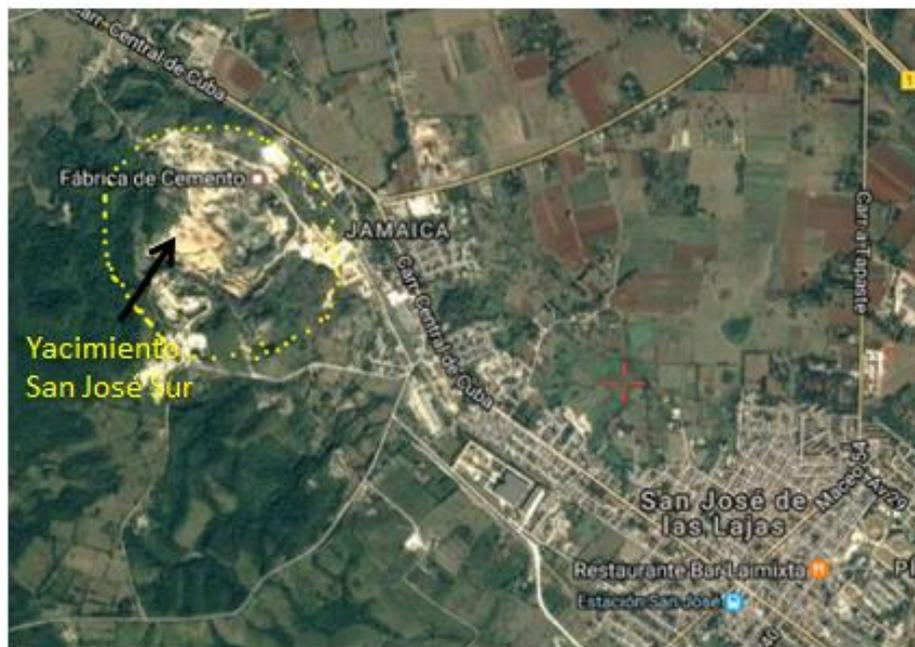


Figura 1.1. Vista satelital de la cantera San José Sur.



- **Geología del yacimiento**

El yacimiento está compuesto por un conjunto de rocas carbonatadas representadas por calizas, calizas dolomíticas, calizas margosas y margas, dentro de esta composición hay muchas ocurrencias donde las rocas pasan de un tipo a otro.

Las calizas por lo general son compactas, macizas de grano fino de color gris claro con tonos amarillos, rosadas y carmelitas (crema). Las calizas dolomíticas y dolomitas calcáreas son de color gris. Estas rocas forman parte de la Fm. Husillo ampliamente desarrollada en el área. La materia prima del yacimiento está representada por las calizas, calizas dolomíticas y dolomitas. Además se observa presencia de arcillas, las que junto a las margas aparecen relleno de cavernas, grietas y zonas de fallas.

A continuación se ofrece una descripción detallada de las variedades litológicas encontradas en el yacimiento.

- Margas: aparecen en forma consolidada y deleznable relleno de cavernas, de color amarillento a crema poco duras en ocasiones arcillosas.
- Arcillas: aparecen relleno de cavernas, principalmente de color crema claro con impurezas de margas y fragmentos de calizas. Esta arcilla macroscópicamente se define como plástica, en ocasiones es algo arenosa.
- Calizas: constituye la parte útil del yacimiento, abarca las variedades mencionadas que van desde la caliza masiva hasta la caliza margosa pasando también por calizas dolomíticas. Son por lo general de color crema a grises, con potencias hasta de 50 metros.
- Areniscas: aparecen de forma aislada en el yacimiento relleno de cavernas y grietas sin continuidad, son de color gris claro y de grano muy fino.

- **Capacidad anual de producción y vida útil**

El recalcule geológico confirma la existencia de 8 366 601.32 m³ de material útil *in situ* en la categoría de Medido + Indicado dentro de la concesión minera



aprobada, siendo la demanda del plan de minería de 200 165 m³ de rajón. La pérdida general de acuerdo a informaciones concretas de la cantera es de un 40 %, es decir el aprovechamiento final que se obtiene de acuerdo a estadísticas para este yacimiento es de un 60 %, resultado de las pérdidas por concepto de operación minera, por transportación y las obtenidas en planta.

Teniendo en cuenta estos resultados, la productividad de la cantera asciende a 333 608 m³/año. Las reservas estimadas dentro del diseño final de la cantera y hasta la cota + 108 m ascienden a 3 404 606.8 m³, el tiempo de vida útil de la cantera es de 14 años.

- **Condiciones minero-técnicas del yacimiento**

La explotación en el yacimiento se realiza a cielo abierto, se desbroza con el uso de buldócer; el destape y la extracción se realiza con perforación y explosivos, posteriormente es apilado y cargado a camiones con el uso del cargador frontal y en caso que sea necesario con la excavadora. Los bancos de extracción alcanzan alturas variables que van desde los 6 hasta los 10 metros, teniendo alturas variables debido a que existen algunos frentes no bien definido.

Actualmente la explotación de la cantera se realiza al suroeste en la zona del hoyo del muerto y al este en la parte denominada la Compresora. Los niveles de explotación están definidos en los horizontes + 174, + 164, + 154, + 146, + 136, + 130, + 120, + 108 los cuales se laborean de forma que no dificulten el drenaje.

- **Elementos principales de la explotación en la cantera objeto de estudio**
- Parámetros del sistema de explotación:
 - Altura del banco: 6 - 10 m.
 - Ángulo de inclinación del talud: 80 grados.
 - Ancho de las bermas de seguridad: 3.00 m.
 - Ángulo del talud minero de la cantera en el borde inactivo: 60.7 grados.
 - Profundidad final de la cantera: 66 m.



- **Régimen de trabajo**

El régimen de trabajo con el que opera la cantera es el siguiente:

Días calendarios.....	365
Días feriados y domingos.....	- 58
Días estimados de lluvias.....	- 27
Días laborables o efectivos.....	280
Turnos de trabajo al día.....	1
Horas de un turno.....	12.5
Aprovechamiento del tiempo (%).....	80



CAPÍTULO II. ETAPAS METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN

Introducción

En este capítulo se describe la metodología empleada para el desarrollo de la investigación.

2.1 Etapas metodológicas de investigación

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

Los principales métodos empíricos fueron:

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

Entre los métodos teóricos:

- Histórico-lógico: para analizar la trayectoria tecnológica de la cantera.
- Deductivo - Inductivo: para la identificación de las principales variables e indicadores que inciden en la evaluación desde el punto de vista tecnológico, medioambiental, seguridad, económicos y sociales de las canteras de áridos.
- Hipotético - Deductivo: para la formulación de la hipótesis y luego, a partir de inferencias lógicas-deductivas, se arriba a conclusiones particulares que posteriormente se pueden comprobar.

La representación gráfica de la metodológica seguida se muestra en la figura 2.1.

Etapas 1. Diseño de la investigación y revisión de la bibliografía

Consistió en la determinación del diseño teórico de la investigación y la recopilación y análisis de la bibliografía sobre la temática.

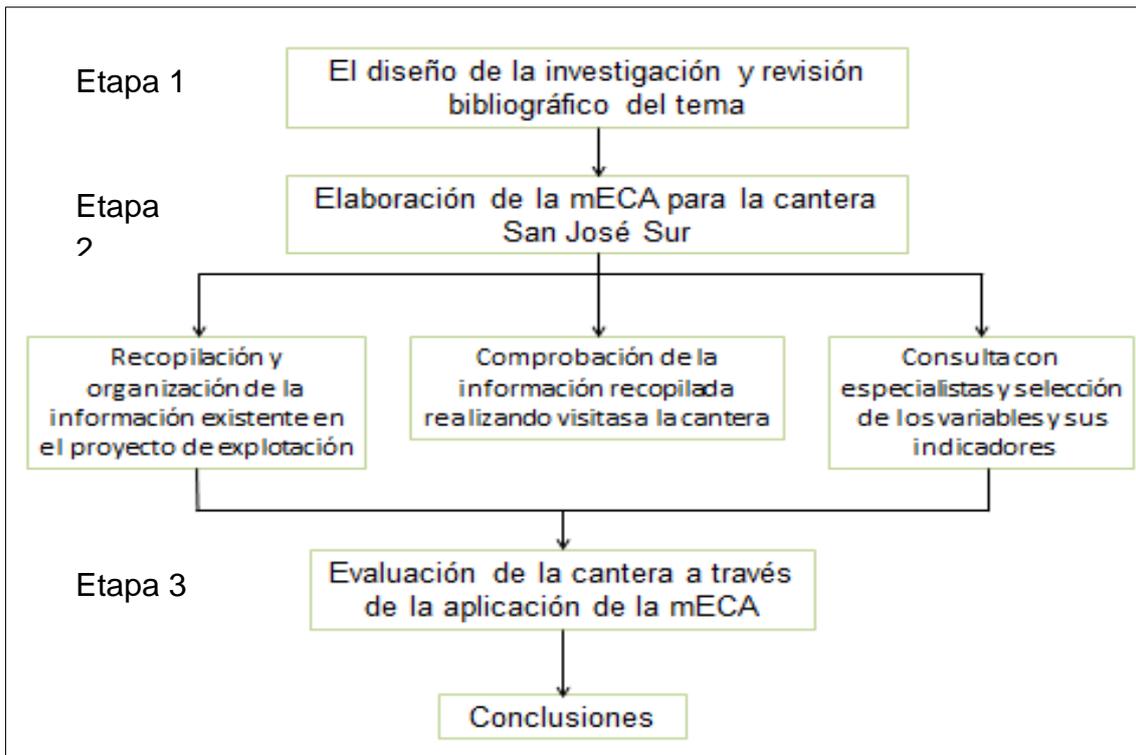


Figura 2.1 Etapas de la investigación

Etapa 2. Elaboración de la mECA para la cantera San José Sur

Esta etapa se desarrolla a través de tres fases fundamentales:

- Recopilación y organización de la información existente en el proyecto de explotación.

Durante las prácticas en la Empresa de Canteras y la propia cantera San José Sur se recopiló la información necesaria que permitió el análisis detallado del proyecto de explotación.

- Comprobación de la información recopilada a través de visitas a la cantera.

Toda la información obtenida sobre la cantera se procesó y comprobó *in situ*, para establecer fielmente las condiciones y características de la cantera en cada una de los aspectos a evaluar.

- Consulta a expertos (tormentas de ideas) para la selección de las variables e indicadores de la mECA para la cantera San José Sur.

Esta selección de las variables e indicadores se efectuó a través de tormentas de ideas con los especialistas de la empresa, la cantera y los profesores del



Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMM), sobre la base de la matriz descrita por Martínez-Segura (2009) adaptándola a las condiciones específicas del país y de la cantera objeto de estudio.

A partir de la valoración realizada con los especialistas, se eliminaron algunos indicadores y se adicionaron otras variables con sus respectivos indicadores, quedando finalmente 21 variables y 162 indicadores que se relacionan de acuerdo al orden de preferencia obtenido por los especialistas.

La mECA descrita por Martínez-Segura (2009) se fundamenta en un cuestionario con, 15 variables y 200 indicadores que permiten evaluar los aspectos técnico, medioambiental y de seguridad y aspectos socio-económicos.

Etapa 3. Evaluación de la cantera a través de la aplicación de la mECA

En el presente trabajo se utilizó para la evaluación integral de la cantera la metodología mECA, por ser una herramienta que permite obtener una imagen integral del estado de una explotación de áridos, teniendo en cuenta todos los aspectos que afectan la misma. Con esta herramienta se analiza el estado tecnológico y se comparan los parámetros característicos de cada explotación con una cantera de referencia.

2.2 Descripción de la evaluación cualitativa de los aspectos a evaluar

En este trabajo, para la evaluación de la cantera se consideraron cinco aspectos independientes (técnico, medioambiental, seguridad, económico y social), lo que se diferencia de la metodología de Martínez (2009) que agrupa medio ambiente y seguridad y económico - social.

En el aspecto técnico se utilizaron los datos sobre maquinaria móvil y fija, las variables de voladura y la geometría de la explotación, procediendo a la toma de datos de: Las fragmentaciones resultantes de las voladuras, incidiendo sobre la proporción de piedras sobre medidas; ciclos de trabajo, según la disposición de las diferentes zonas de cantera y planta, capacidades de producción que permiten los equipos de carga, transporte y de las plantas de procesamiento que se dispone, así como los consumos energéticos y el costo por metro cúbico del procesamiento de la materia prima.



En el aspecto medioambiental se tomaron los datos de los informes de la cantera y se comprobó la existencia de medidas encaminadas a eliminar o reducir los impactos ambientales como: ruido, polvo y visual, así como, la correcta gestión del agua. El criterio seguido como evaluación positiva en este aspecto es la reducción o eliminación del agente contaminante.

En el aspecto de seguridad se tuvo en cuenta la existencia y señalización de peligros en zonas de presencia de trabajadores, el uso de los elementos de protección personal (EPP) en los procesos productivos, así como la limpieza y organización de las instalaciones y el cumplimiento con las normativas vigentes fueron algunos de los puntos tenido en cuenta para la evaluación del aspecto.

En el aspecto económico se trabajó sobre el volumen de negocio y las inversiones.

En el aspecto social se tuvo en cuenta los datos sobre número medio de empleos directos e indirectos, número de jornadas trabajadas, índices de ausentismo y el número de accidentes mortales ocurridos en el sector debido al impacto que genera en la sociedad la pérdida de vidas humanas.

2.3 Descripción del procedimiento de la aplicación de la mECA

La mECA se compone de dos columnas principales (tabla 2.1). En la primera columna se encuentran las variables y los indicadores y la segunda columna principal recoge los aspectos a evaluar de cada variable e indicadores y se divide en seis subcolumnas.

En la valoración de cada aspecto, la sub columna (c) corresponde a los datos obtenidos en el campo (el cual se mantiene igual para todos los cinco aspectos), referido a cada variable. La sub columna (v) es la valoración donde se confieren valores entre 0 y 5, a cada indicador quedando sin valor los que no tienen influencia. La importancia de los indicadores dentro del conjunto global de los aspectos, se identifica con la letra (i), la cual se evalúa entre el 1-100%, valorando de 0% los indicadores que no tienen influencia con el aspecto.

La puntuación final corresponde a la sub columna (p), y se obtiene al multiplicar la valoración (v) por la importancia (i). En la última sub columna aparecen tres

celdas, con la palabra “valores”, las que se sitúan desde la celda superior al inferior:

Tabla 2.1 Matriz para la evaluación de una variable

Variable e indicadores	VALORACION															
	c	técnica			medioambien tales			de seguridad			económica			social		
		v	i	p	v	i	p	v	i	p	v	i	p	v	i	p
Ind. 1																
Ind. 2																
Ind. 3				VMCe			VMC e			VMCe			VMC e			VMCe
Ind. 4				VCe			VCe			VCe			VCe			VCe
Ind. 5				PCe			PCe			PCe			PCe			PCe

- Valor máximo del campo (VMCe): que corresponde con la máxima puntuación que una cantera puede obtener al sumar los valores de la sub columna “p”, y que corresponde, lógicamente, con el caso de una valoración igual a 5 en todos los aspectos susceptibles de evaluación de la columna “v”.
- Valor obtenido del campo (VCe): Se obtiene al sumar los valores de la sub columna (p) para el caso concreto.
- Porcentaje (PCe): es el porcentaje entre lo obtenido en la valoración VCe y lo máximo que se podría haber logrado VMCe.

Para terminar el análisis, se suman los valores de la evaluación de los cinco aspectos analizados, integrándolos en uno solo, donde se indica la situación de cada variable que ha sido evaluada (tabla 2.2).

Donde:

- Valor máximo del campo (VMC): se consideran todos los criterios de evaluación. Se suman todos los VMCe en horizontal.
- Valor obtenido del campo (VC): es la suma de los valores obtenidos en todas las valoraciones VCe en la horizontal.
- Relación porcentual entre lo obtenido y lo máximo (PC): es el resultado de dividir VC por VMC.

La tabla 2.2 muestra el recorrido horizontal de la mECA, que permite visualizar las evaluaciones generales de cada variable en función de los resultados de los aspectos evaluados a tener en cuenta, lo cual debe considerarse para el mejoramiento futuro de las mismas.

Tabla 2.2 Recorrido horizontal de la matriz ECA

Variables e Indicadores	VALORACION																					
	técnica				M.A				de seguridad				económica				social					
	c	v(0-5)	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	
Indicador 1																						
Indicador 2																						
Indicador 3					VMCe				VMCe				VMCe				VMCe				VMCe	VMC
Indicador 4					VCe				VCe				VCe				VCe				VCe	VC
Indicador 5					PCe				PCe				PCe				PCe				PCe	PC

En la tabla 2.3 se expone de manera vertical la importancia que se atribuye a cada variable analizada para cada uno de los aspectos evaluados (técnico, medioambiental, en seguridad, económicos y sociales), lo cual permite obtener una visión global de toda la explotación.

El recorrido vertical de la mECA permite un análisis parcial de los criterios de evaluación.

El resultado final (A) corresponde a la suma de todas las puntuaciones finales (p) de los indicadores en cada aspecto.

Tabla 2.3 Recorrido vertical de la matriz

Variables	Valoración técnica				Valoración M.A				Valoración de seguridad				Valoración económica				Valoración social					
	c	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	
Variable 1																						
Variable 2																						
.																						
.																						
Variable 21																						
					A				A				A				A				A	

La valoración de la mECA se recogió en una tabla general donde se visualizan todas las variables e indicadores según el formato establecido (anexo 4).

En el proceso de cálculo hasta el resultado final de la calificación de cada uno de los aspectos evaluados, se ponderó, en relación con el peso que se desea que tenga dentro del valor global.

Los valores de los ponderadores se otorgan según la importancia o nivel de significación que tenga cada aspecto para el estudio. Con el objetivo de mantener una misma escala de información, todos los pesos asignados a los aspectos se consideraron entre los valores de 10% a 30% (escala que se toma de forma racional, de acuerdo a los intereses del investigador), y se asigna el menor o mayor valor en dependencia de la importancia o nivel de significación que tenga el aspecto en el estudio (figura 2.1).



Figura 2.1 Análisis de la mECA reflejando la importancia de los criterios de evaluación.

El cálculo del índice global mECA, (tabla 2.4) se obtuvo multiplicando la importancia de cada ponderador por el índice específico (ecuación 1). Posteriormente se suman todos los índices globales, obteniendo valores entre 0 % y 100 % para dicho índice mECA. El 100 % corresponde a una explotación que cumple con todos los criterios establecidos en la matriz. Considerando las particularidades de la cantera estudiada, se decide establecer varios rangos para clasificar la explotación de la misma. Estos son:

91 % a 100 % (Excelente),

70 % a 90 % (Muy Bien),



50 % a 69 % (Bien),

21 % a 49 % (Regular) y

0 % a 20 % (Mal).

Ecuación para el cálculo del índice específico

$$Indice\ Especifico = \frac{\sum p_x}{\sum VMCE_x} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

x : Aspecto que se calcula.

$\sum p_x$: Sumatoria total de la Puntuación del aspecto evaluado.

$\sum VMCE_x$: Sumatoria total del valor máximo de campo correspondiente al aspecto evaluado.

Tabla 2.4 Determinación del Índice mECA

Aspectos	Ponderadores	Índices específicos	Índices globales	
Técnico				
Medioambiental				
Seguridad				
económico				índice mECA
Sociales				



CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO EN LA CANTERA DE ÁRIDOS SAN JOSÉ SUR

Introducción

El objetivo del presente capítulo es realizar el diagnóstico tecnológico de la cantera San José Sur a través de la mECA.

3.1 Aplicación de la mECA en la cantera San José Sur

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

Para lograr que durante la ejecución de los trabajos mineros en una cantera se obtengan los resultados deseados, es necesario que los mismos sean organizados de la forma más correcta y eficaz posible y que además se pueda obtener cierta independencia entre unos y otros.

3.1.1 Selección de las variables e indicadores de la mECA para la cantera San José Sur

La selección de las variables e indicadores se efectuó a través de trabajos conjunto tanto en gabinete como en la cantera San José Sur con los especialistas de la Empresa de Cantera, MICONSA junto con criterios de profesores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM), realizándolo sobre la base de la matriz descrita por Martínez-Segura (2009) pero adaptándola a las condiciones específicas del país y de la cantera en estudio. En este trabajo se tuvo como base el cumplimiento con la legislación minera cubana, las características geológicas y minero-técnicas de la cantera además de la situación socioeconómica del territorio.

A partir de la valoración realizada con los especialistas, se eliminaron algunos indicadores y se adicionaron otras variables con sus respectivos indicadores, quedándose finalmente 21 variables y 165 indicadores que se relacionan de acuerdo al orden de preferencia obtenido por los especialistas.



Las variables e indicadores utilizados para la evaluación de la cantera San José Sur se expone a continuación.

1 Cantera

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

2 Reservas técnicas

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

- Están monumentados y señalizados los vértices de la concesión
- Posee vértices de explotación según resolución de la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM)
- Mantenimiento anual a los vértices

4 Estabilidad del frente

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



5 Estado de las plataformas

- Ancho de la plataforma de trabajo según proyecto
- Limpieza
- Seguridad de las plataformas y taludes

6 Estado de las vías de acceso

- 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 esquema de parque para mantenimiento

7 Acarreo con buldócer

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

8 Red de perforación propuesta

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

9 Carga de los barrenos y voladura

- Cumplimiento del pasaporte de voladura planificado
- Se obtiene la granulometría planificada
- Cumplimiento del índice de consumo planificado
- Tipo de explosivo
- Se controla el uso de los explosivos y los medios de explosión
- Sistema de iniciación utilizado
- Se mide la generación de polvo producida
- Proyecciones fuera de los límites previstos
- Generación de onda aérea



10 Fragmentación secundaria

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

11 Carga y transporte

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

12 Escombrera

- Ubicación y parámetros técnicos
- Ejecución según proyecto
- Se depositan adecuadamente los materiales

13 Planta de procesamiento

- Cumplimiento del proyecto de procesamiento
- Cumplimiento del plan de producción
- Existencia del proyecto de procesamiento actualizado y aprobado
- Adecuado flujo tecnológico
- Acopios próximos a la tolva primaria
- Equipos cumplen plan de proyecto
- Sistema de apantallamiento superficial o natural (efectividad)
- Señalización adecuada de las instalaciones
- Dispone de sistema de control de la producción
- Grado de automatismo
- Cerramiento de la tolva de alimentación de la trituradora
- La tolva de alimentación dispone sistemas de reducción de los niveles sonoros



- Sistema de eliminación de polvo
- La tolva dispone de barrera no franqueable
- La tolva dispone de sistema de amortiguación
- Existen fragmentos de material en los accesos
- 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 del trabajo
- Los transportadores disponen de detectores de metales (los necesarios)
- Los transportadores disponen de sistemas de control de producción. Balanzas (los necesarios)
- Los transportadores se encuentran capotadas
- Los transportadores disponen de seguridad anti atrapamiento
- Los transportadores disponen de protección de las correas de los motores (cubre poleas)
- Los transportadores disponen de protección de los tambores (carenado del tambor de cola)
- 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 del sistema 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 en el 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
- Se emplean agentes químicos como medidas de protección contra el viento
- Altura de caída adecuada
- La carga del material de los acopios se realiza por la cinta transportadora
- Sistema de eliminación o reducción de polvo en la descarga de los silos
- Sistema de lavado de ruedas y de la carga de camiones
- Situación de la planta con respecto a la orografía del terreno
- Señalización adecuada de las instalaciones
- Nivel de mantenimiento de las instalaciones
- Se dispone de arrancador de frecuencia
- Se dispone de instalación de condensadores
- Consumo eléctrico kW/t
- Disponen de sala de cuadros eléctricos
- Estado de la sala de cuadros eléctricos
- Estado de las canalizaciones eléctricas
- Disponen de taller
- Estado del taller
- Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustible y aceites
- Consumo de gasoil
- Existencia de un plan de gestión de residuos asimilables a urbanos (reducción, recogida)
- Autorización de productor de residuos peligrosos
- Dispone de surtidor propio
- Consumo de agua para el lavado de los áridos(se prevé su recirculación)
- Riegos de vías al día (dependiendo de la zona de la cantera)
- Sistema de eliminación de las pistas
- Dispone de sala comedor para los trabajadores
- Dispone la sala de aseo según norma de seguridad e higiene en el trabajo
- Dispone de marcado de los áridos



- Cantidad de productos con marcado
- Disponen de laboratorio de planta
- Dispone de sistema de gestión medioambiental NC ISO 14015
- Dispone de sistema de gestión calidad NC ISO 9001
- Dispone de sistema de la seguridad OHSAS
- Balance de material (aprovechamiento de la planta)
- Venta de material

14 Control de servicios recibidos

- Subcontratación de la perforación y voladura
- Subcontratación de la carga y transporte
- Costo de la perforación y la voladura
- Costo de carga y transporte

15 Empleo

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

16 Accidentes

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

17 Capacitación

- Horas de capacitación profesional
- Horas de capacitación de Seguridad y Salud

18 Inversión

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

19 Transporte exterior

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

20 Incidentes medio ambientales

- Número de incidentes medio ambientales
- Impacto visual
- Nivel de rehabilitación

21 Seguridad minera

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

3.2 Descripción de los aspectos evaluados en la cantera San José Sur

- Aspecto técnico

El laboreo del yacimiento se realiza a través del sistema de explotación por bancos descendiente (Bd), con altura de los bancos que varía entre 6 – 10 m y una profundidad final de la cantera 66 m (figura 3.1).



Figura 3.1. Sistema de explotación por bancos descendiente de la cantera San José Sur

Considerando fundamentalmente las características físico mecánicas de las rocas en toda el área de la cantera, el arranque se realiza con explosivos. Las labores de perforación son realizadas por un tercero, la Empresa de Servicios

Geólogo - Minera (EXPLOMAT), con sus equipos y personal calificado y las labores de voladura por el personal de Canteras. Para la perforación de los taladros se utiliza la carretilla barrenadora Rock 460 PC de la firma Atlas Copco (figura 3.2) con diámetro de perforación de 115 mm y una productividad de 14.5 m/h. Este equipo se encuentra en buenas condiciones tanto para trabajar y su consumo está dentro de los parámetros establecidos, sin embargo es necesario señalar que presenta un problema en su sistema de frenado. El costo de perforación y voladura es de 2.67 \$/m³ de rajón de voladura.



Figura 3.2. Carretilla barrenadora Rock 460 PC.

Los parámetros de la voladura utilizados en la cantera objeto de estudio se describen a continuación:

- Las sustancias explosivas utilizadas son las emulsiones encartuchadas de Senatel Magnafrac y la emulsión encartuchada de Fortel Tempus y cuando es necesario el Amex para disminuir el costo de las voladuras.
- La cantidad de taladros está en dependencia del volumen que se quiere explosionar, siendo el promedio 30 taladros por cada voladura, con una inclinación de 85° y la red de barrenación es de 3 x 3.
- El gasto específico de explosivos es de 0,46 Kg/m³.

Medios utilizados para la iniciación de la voladura:



- Detonadores Exel Handidet (1 por barreno).
- Conector de superficie Exel Conectadet (2 por voladura y 2 de reservas) de 8 - 16 m de longitud y 42 milisegundos de retardo.
- Conector de superficie de 300 m de longitud más 200 m de línea eléctrica para alejarse de la zona de explosión hasta los 500 m.
- Detonadores eléctricos instantáneos (4 por voladuras, 2 en uso y 2 de reserva).

La granulometría obtenida está en correspondencia con el frente en que se ejecutan los trabajos de perforación y voladura; donde hay existencia de fallas, la granulometría es grande (mucho roca sobredimensionada), debido a las intercalaciones de arcillas en las cavernas.

La cantera cuenta con un cargador frontal Liebherr 564 con una capacidad de cuchara de 4 m³ y una excavadora Hitachi de 1,5 m³ de capacidad, utilizada tanto para la carga del material útil como el estéril, mientras que la transportación se realiza con camiones Belaz de 15 m³ y KpAz con una capacidad de 8 m³. Estos equipos (equipos de transporte) tienen aproximadamente 20 años de explotación y presentan un estado técnico regular, ya que los mismos se revisan y se les realiza una reparación cada cierto tiempo según lo requiera. El mantenimiento del equipamiento se realiza con una frecuencia de cada 50 horas de trabajos. Los camiones KpAz presentan muchas dificultades con sus sistemas de frenado.

El parque de máquinas de la cantera está constituido por los siguientes equipos (Tabla 3.1).

La distancia promedio de transportación hacia la planta es de 1,9 Km y hasta la escombrera es de 1,11 Km, esta distancia está en dependencia de la ubicación del frente desde donde se está trabajando y guarda estrecha relación con el consumo de combustible de los equipos, de 2 L/m³, con un turno de trabajo de 12,5 horas.

La UEB de San José Sur cuenta con tres plantas de procesamiento, planta de procesamiento 203 "Rubén Martínez Villena" (Jamaica) por vía seca, la 206



“Dragón Camoa”, en el cual el procesamiento se realiza por vía húmeda y la 207 II “Mártires del Moncada” (Beneficiadora “Coppelia”).

Tabla 3.1 Equipos utilizados en la cantera

Equipo	Marca	Capacidad (m ³)	Modelo	Cantidad
Buldócer	Komatsu		D-85	1
	Chetra		T-20	1
Cargador	Liebherr 564	4		1
Camión	Belaz	15	7540	4
	KpAz	8	256B	5
Martillo hidráulico	New Holland	-	245B	1
Pipa para combustibles y para agua	-	-	-	2

En la planta de procesamiento de Jamaica (vía seca), la materia prima industrial (rajón de voladura), es transportada desde los frentes de cantera hasta la tolva receptora primaria, en fracciones < 500 mm, éste pasa al alimentador de esteras, de éste al separador de estériles, separando los < 150 mm, el rajón pasa, del separador de estériles al molino primario de mandíbulas, el cual lo tritura hasta fracciones entre 0 hasta 115 mm, en la segunda etapa se emplean trituradores de impacto (remoedor) y cuenta además con dos etapa de clasificación. En el proceso de cribado se utiliza una criba de barrote que separa el estéril del rajón, la clasificación se realiza con cribas vibratorias (zarandas de inercia). La clasificación se produce por medio de paños metálicos de diferentes medidas > 33 mm - 19 mm, 11 mm y 6 mm, clasificando las fracciones en cuatro surtidos de producción terminada (Tabla 3.2).

La planta del Dragón Camoa usa el mismo principio de funcionamiento con la diferencia de que ella cuenta con una etapa de clasificación y el procesamiento del material es por vía húmeda, obteniéndose dos surtidos de material terminado, la gravilla y arena. Se prevé la incorporación de un surtido de Granito en el último semestre del año 2017.



Tabla 3.2. Tipos de surtidos (Tomado del proyecto de procesamiento, planta de procesamiento 203 “Rubén Martínez Villena”, 2016)

Surtido	Volúmenes de producción anual	% de producción
Macadam	24 871 m ³	20%
Granito	37 307 m ³	30%
Gravilla	29 845 m ³	24%
Polvo	32 332 m ³	26%

La planta 207 II “Mártires del Moncada” (Beneficiadora “Coppelia”) tiene como objetivo beneficiar el mineral estéril separado en la Planta Dragón Camoa y Jamaica para la producción de áridos para las construcciones. Cuenta con una instalación tecnológica que facilita la obtención de fracciones de áridos necesarios para la elaboración de hormigones hidráulicos y producción de materiales de construcción.

Esta instalación tiene una capacidad de 23 Ton/h (15 m³/h), con una producción anual de 51 600 m³. Los surtidos obtenidos son la gravilla con un total de 19 800 m³ (38%) y la arena artificial integral, con 31 800 m³ (62%). Durante el tiempo de la realización del presente trabajo, esta planta estaba paralizada, debido a que se decidió ubicarla a una distancia más cercana de las otras dos, debido al elevado consumo incurrido durante el traslado del material que se aprovecha.

En el proceso productivo, los portadores energéticos y materiales se comportan con los indicadores siguientes:

- . Energía eléctrica 5.80 kWh/m³
- . Diésel arena 2.200 L/m³
- . Diésel piedra 2.141 L/m³
- . Grasas 0.007 kg/m³
- . Lubricantes 0.06 L/m³
- . Agua industrial 3,3 L / m³
- . Floculante 3,5 g/L

A continuación se ofrecen los principales indicadores técnicos – económicos de las plantas (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Principales indicadores técnicos – económicos de las plantas

Indicador	PLANTAS DE PRODUCCIÓN		
	203 “Rubén Martínez Villena”	206 “Dragón Camoá”	207 II “Mártires del Moncada”
Capacidad anual de la Planta	261,0 Mm ³	124,3 Mm ³	51,6 Mm ³ .
Costo total (\$)	511427,29	1884327,17	384115,96
total mineral procesado (m ³)	47658,00	89201,00	30008,00
costo unitario (\$/m ³)	10,73	21,12	12,80

Las plantas trabajan 12.5 horas diarias con un periodo de reparación total cada seis meses y cuenta con mantenimiento frecuente. La cantera tiene instalado un transformador de 1000 kVA, las líneas de voltajes de operación con que dispone son de 440 Volt, y se cuenta además con un taller de mantenimiento automotor e industrial, que brinda servicios de mantenimiento y reparaciones ligeras, tanto a los equipos tecnológicos como los no tecnológicos. De forma general, el equipamiento de las plantas de tratamiento mantiene un estado técnico bueno (Figuras 3.3 y 3.4).



Figura 3.3. Planta de producción 203 “Rubén Martínez Villena” (Jamaica).



Figura 3.4. Planta de producción 206, “Dragón Camoa”.

- Aspecto medioambiental

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

La cantera está ubicada en una ladera, lo que da una visibilidad excesiva, presentando un impacto visual grande, porque llega a ser vista desde la población y vías de comunicación importantes, como la autopista nacional. 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.

Otros de los impactos al medio ambiente observados son: los cambios morfológicos del lugar debido a los movimientos de tierra, compactación de los suelos originado por el movimiento de las maquinarias pesadas, incremento de la contaminación sonora por empleo de voladuras, contaminación atmosférica debido al aumento de las emisiones de gases y polvo, alteraciones al hábitat de la fauna y afectaciones a la vegetación y los incrementos en los cambios morfológicos del relieve (modificación del paisaje) en la medida que se abren nuevos frentes ampliando el área de explotación.

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

Se constató también que hay un aumento de la fauna, de las diez especies que existían, ya se han inventariado ocho, pues estas habían emigrado (zonzún, tomeguín, Azulejo, Pitirre, Sinsonte, jutía, Maja de Santa María y otros).

En lo referente al ruido y al polvo, en las etapas de arranque, carga y transporte, el impacto se evalúa de grande, debido al no riego de los caminos (polvo), mientras que el ruido y el polvo generado en las plantas se evalúan de grande y regular respectivamente, este último influenciado principalmente por la presencia del procesamiento húmedo.

En la cantera se realiza el montaje de una instalación para el tratamiento de los residuales del beneficio húmedo (lodos) con vistas a erradicar los focos contaminantes que resultan por el envío de la hidromasa hasta los diques para lodos por un canal de más de 2,0 Km y contempla a un plan de acción para la mitigación del negativo impacto medioambiental que se produce al explotar las canteras de áridos (Figura 3.5).

En la UEB de San José Sur se producen residuos asimilables a urbanos, procedentes de los comedores, oficinas, etc., y residuos derivados de la maquinaria: aceites, filtros, etc.

Los residuales sólidos (5 – 7% de humedad) se aprovecharán para fabricar bloques utilizados para la construcción.



Figura 3.5. Planta de tratamiento de residuos.



- Valoración de la seguridad del trabajo

En cuanto a la valoración de seguridad de la cantera, la empresa de canteras tiene como misión principal asegurar la salud y seguridad del recurso humano, implementando las medidas dirigidas a la satisfacción y mejoramiento de las condiciones de vida y de trabajo de los trabajadores, cumplimentando los requerimientos legales establecidos. La cantera cuenta con un proyecto de seguridad minera el cual está basado en las disposiciones legales vigentes en el país: Ley 116 del 20 de diciembre del año 2013 (Código del Trabajo), Decreto 326 del 12 de junio del año 2014 (Reglamento del Código del Trabajo) y la Resolución 158 del 16 de junio del año 2014 (Reglamento de Seguridad Minera).

A pesar de que no existen sistemas de señalización en las vías de circulación dentro de la explotación, no se registran accidentes en la cantera, con solo dos incidentes sucedido en un periodo de tres años.

En las plantas de procesamiento el estado de las instalaciones se evalúa de bien. Cuenta con sistema de control que se auto dispara cuando sobrepasa el peso permitido, también tienen imanes y detectores de metales (Figuras 3.6 a y b). En cuanto a la utilización de medios de protección, los trabajadores no cuentan con todo lo necesario (tapones, mascarillas y espejuelo), pero todos los años la empresa dispone de presupuesto para la compra de estos y chequeo médico a sus trabajadores.

Desde el punto de vista de higiene del trabajo, se ha evaluado el estado de las instalaciones de trabajo y el comedor, los cuales están equipadas con aire acondicionado.

Las instalaciones eléctricas cuentan con protecciones colocadas según las necesidades.

- Valoración económica

La producción anual de la cantera es de 333,612 m³/año y cuenta con una inversión en la planta de Dragón, se montó una instalación para tratamiento de los residuales. El costo de la inversión en la planta es de 2 274 322.09 dólares. Las canteras en el país son financiadas con el presupuesto del estado, San

José Sur se destaca en este aspecto porque tendrá una inversión de capital extranjero (inversión en la planta de tratamiento de los residuales).



a)

b)

Figura 3.6. a) Sistema de seguridad en la planta de Dragón, transportador secundario; b) Sistema de seguridad en la planta Dragón en el transportador terciario.

- Valoración social

La UEB de San José Sur tiene un total de 143 trabajadores, de los cuales el 61 % están vinculada directamente a la producción y un 39 % asignables indirectamente. Una valoración positiva de los impactos está asociada al incremento del nivel de empleo, mejoramiento de la red de transporte y el aprovechamiento de los estériles para el desarrollo de obras de infraestructuras de los proyectos comunitarios en los asentamientos cercanos a la explotación. En cuanto al total de accidentes mortales y leves, no se han registrado ninguno. Cuenta con 2 jornadas de trabajo, es decir, turnos alternos y el índice de ausentismo de 0.6, derivado de un certificado médico.

3.3 Cálculo de la mECA para la cantera San José Sur

El cálculo de la mECA se realizó según la secuencia que se ha explicado en el capítulo II y con los datos obtenidos en el campo y la cantera y se realiza la evaluación basándose en la tabla de criterio de evaluación en el anexo 5 y la matriz completa y evaluada se recogen en el Anexo 4 (tabla de la Matriz de evaluación de cantera de áridos de San José Sur).

En la tabla 3.4 se presenta el resultado del recorrido vertical de todas las variables, el cual corresponde a la suma de todas las puntuaciones finales (p) de los indicadores de cada variable. Estos resultados permitieron, tanto la obtención de una visión global de toda la explotación así como el análisis parcial de los aspectos evaluados.

Tabla 3.4. Resultado del recorrido vertical de las variables

Variables	Aspectos				
	técnico	Medioambiental	Seguridad	Económico	Social
Variable 1					
Variable 2					
	195	79	203	66	14

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

Cálculo de índice específico técnico.

$$\text{Índice Especifico} = \frac{\sum P_{\text{tecnico}}}{\sum VM Ce_{\text{tecnico}}} \times 100$$

$$\text{Índice Especifico} = \frac{195}{246} \times 100 = 79\%$$

Cálculo de índice específico medio ambiental.

$$\text{Índice Especifico} = \frac{\sum P_{M.A.}}{\sum VM Ce_{M.A.}} \times 100$$

$$\text{Índice Especifico} = \frac{79}{126} \times 100 = 63\%$$

Cálculo de índice específico de seguridad.

$$\text{Índice Especifico} = \frac{\sum P_{\text{Seg}}}{\sum VM Ce_{\text{Seg}}} \times 100$$

$$\text{Índice Especifico} = \frac{203}{272.75} \times 100 = 74\%$$

Cálculo de índice específico económico.

$$\text{Índice Específico} = \frac{\sum P_{\text{Economico}}}{\sum VMCE_{\text{Economico}}} \times 100$$

$$\text{Índice Específico} = \frac{66.4}{82.5} \times 100 = 80\%$$

Cálculo de índice específico del aspecto social.

$$\text{Índice Específico} = \frac{\sum P_{\text{Social}}}{\sum VMCE_{\text{Social}}} \times 100 = \frac{14.6}{19} \times 100 = 76\%$$

Los pesos asignados a los aspectos que integran los criterios fueron considerados entre los valores de 10 y 30 (escala que se tomó de forma racional, de acuerdo a los intereses del investigador y sugeridos por los especialistas), otorgándose el menor o mayor valor en dependencia de la importancia o nivel de significación.

Los ponderadores elegidos para cada aspecto se muestran en la figura 3.7.



Figura 3.7 Importancia de los aspectos de evaluación a partir del análisis de la mECA.

La tabla 3.5 muestra el resultado final (índice mECA) para la cantera evaluada, al aplicar los valores ponderados que se exponen en la figura 3.7 para cada uno de los aspectos evaluados. También se muestran los índices específicos e índices globales obtenidos.

El valor del índice mECA, permite aproximarse a la realidad de la situación global de la cantera analizada. Este índice se evalúa entre 0-100%; siendo el 100% para aquel que cumple con todos los aspectos.



Tabla 3.5. Resultados de la cantera evaluada

aspectos	ponderadores	índice específico	índice global	
Técnico	30%	79%	23.74%	
Medio Ambiental	25%	63%	15.60%	
Seguridad	25%	74%	18.58%	
Económico	10%	80%	8.05%	índice mECA
Sociales	10%	76%	7.68%	73%

El resultado obtenido para el caso de estudio es de 73%, el cual otorga a la cantera una evaluación de **muy bien**.



CONCLUSIONES

A través de las consultas a especialistas y visitas realizadas a la cantera se seleccionaron 21 variables y 165 indicadores para la mECA.

La aplicación de la mECA en la unidad empresarial básica (UEB) de San José Sur proporcionó los siguientes resultados:

- El valor obtenido en el aspecto técnico es de 79 % el cual evidencia el buen estado técnico de las plantas de procesamiento, aunque los equipos de transporte presentan un estado técnico regular.
- En el aspecto medioambiental se obtuvo un valor de 63 %, fundamentado por la instalación de la planta de tratamiento de los residuales del beneficio húmedo (lodos), que erradica los focos contaminantes que resultan por el envío de la hidromasa a los diques para lodos.
- La poca existencia de peligros en zonas de presencia de trabajadores, la buena señalización en las instalaciones y el buen uso de los elementos de protección personal (EPP) son acciones que sobresalieron en el aspecto de seguridad, evaluándolo con 74 %.
- El resultado en la valoración económica es de 80 % influenciando en este resultado el cumplimiento con los gastos y la inversión de la planta de tratamiento de residuos sólidos.
- La cantera tiene un impacto positivo en la comunidad local, generando empleo. El aspecto social se valoró con 76%.
- El diagnóstico tecnológico realizado en la cantera de áridos San José Sur permitió evaluar de forma integral su actividad y obtener el valor final del índice mECA de 73 %, que otorga la calificación de su desempeño de MUY BIEN.



RECOMENDACIÓN

- Perfeccionar la herramienta de diagnóstico integral para su aplicación en otros sectores de la minería a cielo abierto y subterráneo.



BIBLIOGRAFÍA

1. Ahmed y Rafiq (1998). Integrated benchmarking: a holistic examination of select techniques for benchmarking analysis. *Benchmarking for Quality Management and Technology*. 5 (3): 225-242.
2. Appelgren, J. (2008). En un estándar industrial. *Mining & Construction*. 2: 24-25.
3. Árido 2013 panorama. [en línea] [Consultado: 2017-04-27]. Disponible en http://www.igme.es/PanoramaMinero/Historico/2013/ARIDOS_13.pdf
4. Ávila Ricardo et al, (2016) plan anual de minería de 2017 del yacimiento San José Sur.
5. Barbachi et al. (2017). Physical characterization of sea shell for a concrete formulation. *Journal of materials and Environmental Sciences*. 8(1): 332-337.
6. Batista, E. R. (2009). "El Diagnóstico técnico por análisis de tendencia, técnica para evaluar el estado de condición de un equipo. Aplicación a un grupo electrógeno." *Ciencias Holguín vol. XV*.
7. Ceproniquel (2016) proyecto de actualización del yacimiento no metálico San José Sur.
8. Chacón, L. M. (2015). Diagnóstico tecnológico de la cantera de materiales para la construcción Yarayabo de la Provincia de Santiago de Cuba. Departamento de Minas. Moa: 76h.
9. Danielsen y Kuznetsova (2015). Environmental Impact and Sustainability in Aggregate Production and Use. In Lollino G., Manconi A., Guzzetti F., Culshaw M., Bobrowsky P., Luino F. (Eds), *Engineering Geology for Society and Territory* (Volume 5): Springer, Cham.
10. Dello y El Kharim (2013). Rockfall hazard in an old abandoned aggregate quarry in the city of Tetouan, Morocco. *International Journal of Geoscience*. 4: 1228-1232.
11. El sector de los áridos: líder mundial en suministro de recursos naturales. [en línea] [Consultado: 2017-03-29]. Disponible en <http://www.aridos.org/el-sector-de-los-aridos-lider-mundial-en-suministro-de-recursos-naturales/>



12. Farhana et al. (2013). A study on utilization aspects of stone chips as an aggregate replacement in concrete in Indian context. *International Journal of Engineering Trends and Technology*. 4(8): 3500-3505.
13. GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CUBA NO 3 Con Fecha 23/01/95 Ley 76. Ley De Minas.
14. GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CUBA NO 7, De Fecha 11/07/1997. Ley 81 De "Medio Ambiente".
15. Ganiron, T.U. (2015). Recycling concrete debris from construction and demolition waste. *International Journal and Advance Science and Technology*. 77: 7-24.
16. Garzón Gaitán, C.A. (1990). Auditorías tecnológicas. Ingeniería e investigación 50. Gestión tecnológica en la empresa, Colombia.
17. Garzón-Gaitán, C.A. (2002). Auditorías tecnológicas. *Ingeniería e investigación*. 50: 30-35.
18. Gonçalves, C. J. N. (2015). Diagnóstico tecnologico de cantera de árido los caliches de la provincia de Holguin. Departamento de minas. Moa, ISMM. 83h.
19. González, H. C. (2009). Evaluación de alternativas para la producción de áridos a pequeña escala. Departamento de ingeniería civil. Santa Clara, Cuba, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.152.
20. Hernández-Jatib, N., et al (2014). "Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción La Inagua, Guantánamo, Cuba." Luna Azul **38**.
21. Informe sobre las Explotaciones del Sector de los Áridos en 2014. [en línea] [Consultado: 2017-04-27]. Disponible en <http://www.fueyoeditores.com/articulos-tecnicos-5/729-informe-sobre-las-explotaciones-del-sector-de-los-aridos-en-2014>
22. Ismail, S., Hoe, K.W., and Ramli, M. (2013). Sustainable aggregates: The potential and challenge for natural resources conservation. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*. 101(8): 100-109.



23. Lad, y Samant, (2014). Environmental and social impacts of stone quarrying- A case study of Kolhapur District. *International Journal of Current Research*, 6(3): 5664-5669.
24. Lipardi, G. (2016). Diagnóstico tecnológico de la cantera de materiales para la construcción Los Guaos de la provincia Santiago de Cuba. Departamento de minas. Moa, ISMM. 73h.
25. Los áridos y los minerales industriales. [en línea] [Consultado: 2017-04-13]. Disponible en <http://www.revistavial.com/index.php/publicaciones/2015/vial-102/item/2679-los-aridos-y-los-minerales-industriales>
26. Los minerales industriales. [en línea] [Consultado: 2017-05-18]. Disponible en http://ocw.usal.es/ciencias-experimentales/rocas-industriales/contenidos/minerales_industriales_cyl.pdf
27. Marrugo Pino, J. *Análisis tecnológico (Diagnóstico tecnológico): herramienta de toma de decisiones y gestión del conocimiento*. Colombia, 2008. [en línea]. [Consultado: 2017-04-07]. Disponible en http://www.ing.unal.edu.co/eventos/gestec_innovacion/img/presentacion_es/auditorio1/ponencias/3_pinojesus.pdf
28. Martínez-Segura, M. A. (2009). Diagnóstico tecnológico del sector de los áridos y su aplicación a la región de Murcia. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena. 313 Pp. [En línea]. [Consultado: 2017-03-27] Disponible en: <http://repositorio.upct.es>.
29. Milián, E. (2012). Evaluación minero ambiental del yacimiento polimetálico, Santa Lucía de Pinar del Río, Cuba. *Revista Geología Minería*. 28(3): 68-75.
30. Montero Matos, et al. (2016). "Procedimiento para el cierre de canteras de materiales para construcción en Cuba." Minería y Geología **vol. 32**.
31. Montes de Oca-Risco. A, et al. (2013). "Recuperación de áreas dañadas por la minería en la Cantera Los Guaos, Santiago de Cuba, Cuba." Luna Azul **No. 37**.
32. Ruiz et al. (2015). Environmental assessment of the mineral extraction and non-renewable energy due to dense graded hot mix and warm mix asphalts processes. *Chemical Engineering Transactions*, 43: 2197-2202



33. Sector de fabricantes de material es de construcción en la comunidad de Madrid: análisis y perspectivas. [en línea] [Consultado: 2017-04-19]. Disponible en <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename%3DInformeMaterialesConstruccion.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1352892460340&ssbinary=true>.
34. 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.
35. Sulymon, et al. (2017). Engineering properties of concrete made from gravels obtained in Southwestern Nigeria. *Cogent Engineering*. 4: 1-11.
36. Trigueros, E. (2006). “Estudio de los parámetros de viabilidad de las canteras subterráneas de mármol”. Fabricación de Áridos en la Región de Murcia. Estrategias y Desarrollo. Jornada Técnica, Murcia 22 de Febrero de 2006. [En línea] [Consultado 2017-03-15] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10317/1971>.
37. Víctor (2015). Diagnóstico tecnológico de la cantera de áridos El Pílon de la provincia Holguín. Departamento de minas. Moa, ISMM. 86h.
38. Zongjin L. (2014): Lecture note on Construction materials – Aggregate. [en línea] [Consultado: 2017-04-06] disponible en <http://www.readbag.com/teaching-ust-hk-civ1111-chapter3>.

ANEXOS

Anexo 1. Cantera San José Sur



Cantera: San José Sur

Coordenadas, sistema Lambert (X; Y)
(378680.06-379571.14; 349906.06-351020.94)

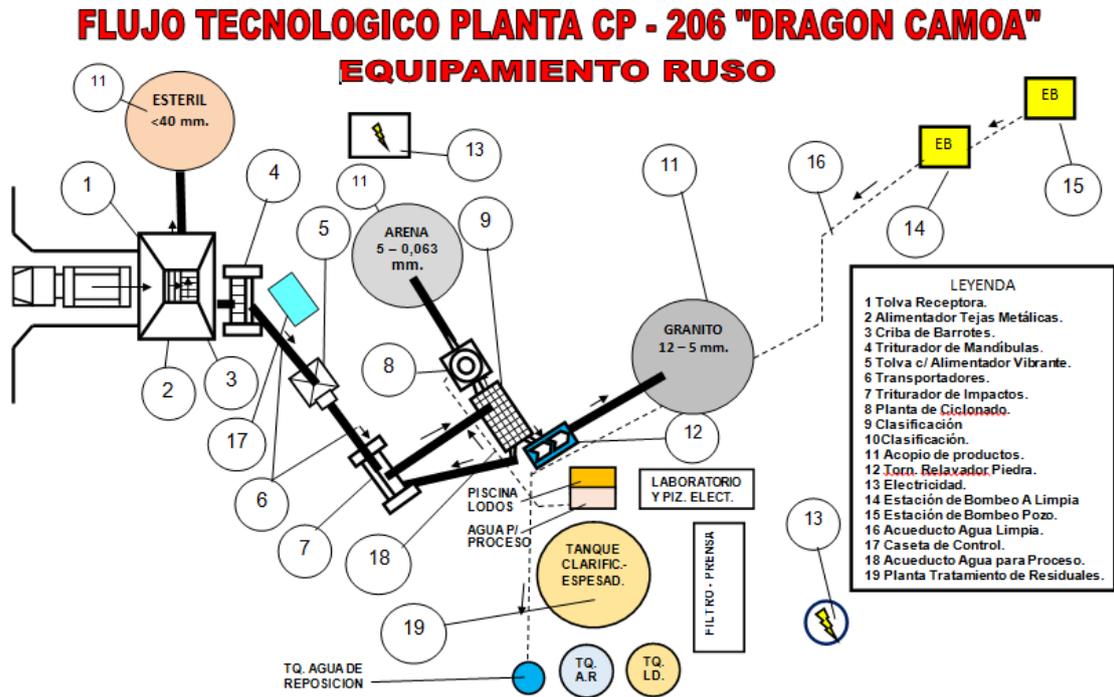
Material explotado: Caliza y caliza dolomíticas

Productos

- Macadam
- Gravilla
- Granito
- Arena
- Polvo piedra

Producción anual: 333,612 m³/año

Anexo 2. Esquema de la planta de procesamiento 206 “Dragon Camoa”



Anexo 3 Equipamientos existentes en la cantera



a) Buldócer



b) Martillo Hidráulico



c) Cargador Frontal



d) Camión Kraz



Anexo 4. Matriz de evaluación de cantera de áridos de San José Sur

Variables /indicadores	ASPECTOS/ VALORACION TECNICA				VALORACION MEDIO-AMBIENTAL				VALORACION DE SEGURIDAD				VALORACION ECONOMICA				VALORACION SOCIALES					
	c	v(0-5)	I (%)	p	valor	v(0-5)	I (%)	p	valor	v(0-5)	I (%)	p	valor	v(0-5)	I (%)	p	valor	v(0-5)	I (%)	p	valor	
CANTERA																						
Posee concesión minera aprobada	Si	5	100	5		5	40	2		0	0	0		5	100	5				0		
Posee informe geológico aprobado y actualizado	Si	5	100	5		5	30	1.5		0	40	0		5	100	5				0		
Posee proyecto minero aprobado y actualizado	en proceso	3	100	3		3	100	3		3	80	2.4		4	100	4				0		
Cumplimiento del proyecto minero	no	3	90	2.7		3	50	1.5		0	0	0		4	100	4				0		
Explotación del yacimiento según el proyecto minero	si	3	90	2.7		3	60	1.8		4	40	1.6		4	90	3.6				0		
Cumplimiento del plan anual de minería	Si	3	100	3				0		0	0	0		3	90	2.7				0		
Posee plano topográfico actualizado del yacimiento	Si	5	100	5				0		0	0	0								0		
Sistema de explotación	Bd	3	50	1.5		2	20	0.4		2	100	2			0	0				0		
Estado técnico del drenaje	Bueno	4	80	3.2				0		4	100	4			0	0				0		
Calidad en los frentes de trabajo	bueno	4	100	4	48			0	0	15	4	100	4	24.5		0	0	29		0	0	116.5



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

Altura total de los frentes	66	0	20	0	36		0	0	10		0	0	15.2		0	0	24		0	0	85.7	
Altura de los bancos	6-10 m	3	30	0.9	75%		0	0	68%	4	30	0	62%		0	0	84%		0	-	74%	
RESERVAS TECNICAS																						
Existencia de las reservas técnicas planificadas	en proceso	3	40	1.2			0	0			0	0			0	0			0	0		
Existe secuencia de preparación de reservas	si	3	50	1.5			0	0			0	0			0	0			0	0		
Reflejo en el plano topográfico de las reservas técnicas	si		0	0	12		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	12
Estado de las reservas	Regular	3	90	2.7	8.4		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	8.4
Control de las reservas técnicas del yacimiento	si	5	60	3	70%		0	0	-		0	0	-		0	0	-		0	-	70%	
LIMITES DE CONCENCION MINERA																						
Están monumentados y señalizados los vértices de la concesión	si	5	30	1.5	5.5	5	50	2.5	5.5		0	0	0		0	0			0	0	11	
Posee vértices de explotación según resolución de la ONRM	si	5	80	4	5.5	5	60	3	5.5		0	0	0		0	0			0	0	11	
Mantenimiento anual de los vértices	si		0	0	-		0	0	-		0	0	-		0	0	-		0	-	100%	



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

ESTABILIDAD DEL FRENTE																						
Grado de fracturación del frente	fracturado	3	0	0		0	0	0		3	80	2.4			0	0			0	0		
Saneamiento del frente	si	4	0	0		0	0	0		5	70	3.5			0	0			0	0		
Frente invertido	no		0	0			0	0		5	80	4			0	0			0	0		
Presencia de cuñas	si	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	100	0	21.5		0	0	0		0	0	0	23
Situación de fallas	Regular		0	0	0			0	0			0	9.9		0	0	0			0	0	9.9
Presencia de fallas	si	0	30	0	0%	0	0	0	-	0	100	0	46%		0	0	-		0	0	-	43%
ESTADO DE LAS PLATAFORMAS																						
Ancho de trabajo según proyecto	si	5	60	3	6.5		0	0	0	5	90	4.5	13.5		0	0	0		0	0	0	20
Seguridad de las plataformas y taludes	seguro	4	50	2	5.8		0	0	0	4	100	4	11.7		0	0	0		0	0	0	17.5
Limpieza	bueno	4	20	0.8	89%		0	0	-	4	80	3.2	87%		0	0	-		0	0	-	88%
ESTADO DE LAS VIAS																						
Ancho de las vías según proyecto	10 m	5	40	2		5	0	0		5	100	5			0					0		
Realización del mantenimiento planificado	si			0			0	0		3	20	0.6			0					0		
Asfaltado de las pistas y accesos	no	0	60	0		0	40	0		0	80	0			0					0		
Existencia de esquema	si			0			0	0		2	30	0.6			0					0		



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

de parque para mantenimiento																						
Pendiente	adecuado	3	40	1.2	7	3	0	0	2	4	100	4	26.5			0	0			0	0	35.5
Disposición de sistema anti caídas	si		0	0	3.2		0	0	0	3	100	3	13.2			0	0			0	0	16.4
Disposición de sistema de señalización en canteras	no		0	0	46%	0	0	0	0%	0	100	0	50%			0	-			0	-	46%
PERFORACION																						
Cumplimiento del pasaporte de perforación	si	4	100	4		4	40	1.6		0	0	0		4	100	4			0	0		
Equipos cumplen con productividades planificadas	si	5	100	5			0	0		0	0	0			0	0			0	0		
Poseen captadores de polvo	no		0	0		0	100	0		0	60	0			0	0			0	0		
Los operarios poseen los medios de seguridad requeridos	si		0	0	18	5	0	0	7	4	100	4	8		0	0	5		0	0	0	38
Diámetro de perforación	85 - 115 mm	3	60	1.8	16		0	0	1.6	0	0	0	4		0	0	4		0	0	0	25.4
Control de la perforación ejecutada en el yacimiento	si	5	100	5	88%		0	0	23%		0	0	50%		0	0	80%		0	0	-	67%
CARGA Y VOLADURA																						



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

Cumplimiento del pasaporte de voladura	si	5	60	3			0	0			0	0			0	0			0	0		
Obtención de granulometría planificada	bueno	4	40	1.6			0	0			0	0			0	0			0	0		
Cumplimiento del índice de consumo planificado	si	4	80	3.2			0	0			0	0		4	100	4			0	0		
Tipo de explosivo	Sen. Mag, Fortel y Amex		0	0			0	0			0	0			0	0			0	0		
Sistema de iniciación utilizado	Det. No elec	5	30	1.5			0	0		5	50	2.5			0	0			0	0		
Generación de polvo	poco		0	0	11	4	40	1.6	4	4	30	1.2	10		0	0	5		0	0	0	29.5
Proyecciones fuera de los límites previstos	no		0	0	9.3		0	0	2.8	5	80	4	8.9		0	0	4		0	0	0	25
Generación de onda aérea	si		0	0	89%	3	40	1.2	70%	3	40	1.2	89%		0	0	80%		0	0	-	85%
FRAGMENTACION SECUNDARIA																						
Situación de las rocas sobredimensionadas	8-10 %	4	40	1.6			0	0	0			0			0				0			
Se realiza fragmentación secundario planificada	si	4	60	2.4	9.5	5	20	1	1	0	0	0	0		0	0	0		0	0	10.5	
Equipo utilizado	M.H		0	0	7.6		0	0	1	0	0	0	0			0	0			0	0	8.6
Estado técnico del equipo	bueno	4	90	3.6	80%		0	0	100 %	0	0	0	-		0	-			0	-	82%	



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

ACARREO CON BULDOCER																							
Cumplimiento con el plan de acarreo mensual	si	5	100	5	9.5	0	0	0	0	0	0	0	0			0	4			0	0	13.5	
Estado técnico del equipo	bueno	3	90	2.7	7.7	0	0	0	0	0	0	0	0			0	4			0	0	11.7	
Cumplimiento con el índice de consumo de diésel	si		0	0	81%	0	0	0	-	0	0	0	-	5	80	4	100%			0	-	87%	
CARGA Y TRANSPORTE																							
Sistema de carga y transporte	carga dor-camió n	0	0	0		0	0	0		0	0	0				0					0		
Estado técnico de los equipos	bueno	4	90	3.6			0	0		3	70	0				0					0		
Correspondencia de equipo de carga con medios de transporte	si	5	80	4			0	0	0		0	0	0			0					0		
Distancia del frente a la tolva del primario	1.5-2 Km	0	0	0			0	0	0		0	0	0			0					0		
Cumplimiento del índice de consumo de diésel	si	5	40	2			0	0	0		0	0	0		5	100	5				0		
Equipos cumplen productividades planificadas	si	4	100	4	16	0	0	0	5	0	0	0	5.5			0	5				0	0	31



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

Sistema de apantallamiento natural o artificial	si	0	0	0	14	3	80	2.4	3.4	3	40	0	0			0	5			0	0	22
Circulación a través de población	no	0	0	0	88%	5	20	1	68%	0	0	0	0%			0	100%			0	-	71%
ESCOBRERA																						
Ubicación adecuada según técnicos	si	5	20	1	1	5	40	2	5	5	80	4	11			0	0			0	0	17
Ejecución según proyecto	si		0	0	1	5	60	3	5	5	80	4	10.4			0	0			0	0	16.4
Se depositan adecuadamente los materiales	si		0	0	-		0	0	-	4	60	2.4	95%			0	-			0	-	96%
PLANTA DE PROCESAMIENTO																						
Cumplimiento del proyecto de procesamiento	si	4	100	4		5	100	5		5	100	5		4	100	4					0	
Cumplimiento del plan de producción	regular	3	100	3			0	0		0	0	0		4	100	4					0	
Existencia del proyecto de procesamiento actualizado y aprobado	si	5	100	5		5	40	2		0	0	0				0					0	
Esquema de planta	1+0+1		0	0			0	0		0	0	0				0					0	
Adecuado tecnológicos flujos	si	5	80	4			0	0		0	0	0				0					0	



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

Acopios próximos a la tolva primaria	diario	0	10	0			0	0		0	0	0			0				0
Equipos cumplen con el plan de proyecto	si	3	100	3			0	0		0	0	0			0	0			0
Sistema de apantallamiento superficial o natural (efectividad)	50%		0	0			0	0		3	30	0.9			0	0			0
Señalización adecuada de las instalaciones	100%		0	0			0	0		5	100	5			0	0			0
Dispone de sistema de control de la producción	100%	5	60	3			0	0		0	0	0			0	0			0
Grado de automatismo	100%	5	80	4			0	0			0	0			0	0			0
Cerramiento de la tolva de alimentación de la machacadora	si		0	0		2	70	1.4		5	90	4.5			0	0			0
La tolva de alimentación dispone sistemas de reducción de los niveles sonoro	no		0	0		0	90	0			0	0			0	0			0
Sistema de eliminación de polvo	no		0	0		0	100	0			0	0			0	0			0
La tolva dispone de barrera no franqueable	si		0	0			0	0		3	100	3			0	0			0
La tolva dispone de sistema de amortiguación	si		0	0			0	0		4	60	2.4			0	0			0
Existen fragmentos de material en los accesos	no		0	0			0	0		5	20	1			0	0			0
Dispone de caseta de	si	5	80	4			0	0		5	50	2.5			0	0			0



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

control e operaciones del primario																				
Dispone de los medios para control de descarga	si	5	40	2			0	0		5	50	2.5			0	0				0
Dispone de medios para controlar el funcionamiento de los molinos	si	5	70	3.5			0	0		5	40	2			0	0				0
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene del trabajo	si		0	0			0	0		5	100	5			0	0				0
Los transportadores disponen de detectores de metales (los necesarios)	20%	2	40	0.8			0	0			0	0			0	0				0
Los transportadores disponen de sistemas de control de producción. Balanzas (los necesarios)	100%	5	60	3			0	0			0	0			0	0				0
Los transportadores se encuentran capotadas	0%		0	0			0	0		0	80	0			0	0				0
Los transportadores disponen de seguridad anti atrapamiento	0%		0	0			0	0		0	40	0			0	0				0
Los transportadores disponen de protección de las correas de los motores(cubre poleas)	80%		0	0			0	0		4	100	4			0	0				0



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

Los transportadores disponen de protección de los tambores(carenado del tambor de cola)	70%		0	0			0	0		3	70	2.1			0	0			0
Los transportadores disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista	100%		0	0			0	0		5	100	5			0	0			0
Los tambores de cola están a una altura adecuada	100%		0	0			0	0		4	100	4			0	0			0
Cerramiento de los equipos de trituración	100%		0	0		5	80	4		5	100	5			0	0			0
Cerramientos de los equipos de molienda	100%		0	0		5	80	4		5	100	5			0	0			0
Cerramiento de los equipos de clasificación	100%		0	0		5	80	4		5	100	5			0	0			0
Dispone de caseta de control de operaciones en la zona de clasificación	Si	5	30	1.5			0	0		5	40	2			0	0			0
Dispone de medios audiovisuales para controlar la descarga	si	4	20	0.8			0	0		5	20	1			0	0			0
Dispone de control remoto del funcionamiento de los molinos	si	5	30	1.5			0	0		5	20	1			0	0			0
La caseta cumplen con	si		0	0			0	0		5	100	5			0	0			0



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo																				
Dispone de sistema que reduzca el ruido en la alimentación y descarga de los equipos de trituración	0%		0	0		0	85	0		0	100	0			0	0				0
Dispone de sistema que reduzca el polvo en la alimentación y descarga de los equipos de trituración	0%		0	0		0	100	0		0	100	0			0	0				0
Cerramientos de los acopios	0%		0	0		0	40	0			0	0			0	0				0
Acopios disponen de protección contra el viento	0%		0	0		0	30	0		0	50	0			0	0				0
Se empleen agentes químicos como medidas de protección contra el viento	no		0	0		2	20	0.4			0	0			0	0				0
Altura de caída adecuada	si		0	0			0	0		4	50	2			0	0				0
La carga del material de los acopios se realiza por la cinta transportadora	0%	0	20	0		0	0	0		0	30	0			0	0				0
Sistema de eliminación o reducción de polvo en la	100%		0	0			0	0		5	100	5			0	0				0



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

descarga de los silos																				
Sistema de lavado de ruedas y de la carga de camiones	si	5	50	2.5			0	0		5	30	1.5		5	60	3				0
Disponen de circuito exclusivo para el lavado de ruedas	si		0	0			0	0		5	70	3.5			0	0				0
Situación de la plana con respecto a la orografía del terreno	inferior		0	0			0	0		5	20	1			0	0				0
Señalización adecuada de las instalaciones	100%		0	0			0	0		5	40	2			0	0				0
Nivel de mantenimiento de las instalación	Bueno	4	100	4			0	0		4	100	4			0	0				0
Sistema de alimentación eléctrica	Red		0	0			0	0			0	0			0	0				0
Potencia instalada kW	132		0	0			0	0			0	0			0	0				0
Potencia disponible kW	1000		0	0			0	0			0	0			0	0				0
Se dispone de arrancador de frecuencia	si	5	40	2			0	0			0	0			0	0				0
Se dispone de instalación de condensadores	si	5	60	3			0	0			0	0			0	0				0
Consumo eléctrico kW/m ³	5.80 kwh/m ³	1	50	0.5			0	0			0	0			0	0				0
Disponen de sala de cuadros eléctricos	si	5	10	0.5			0	0		5	20	1			0	0				0
Estado de la sala de	bueno	4	10	0.4			0	0		4	30	1.2			0	0				0



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

cuadros eléctricos																				
Estado de las canalizaciones eléctricas	Bueno	4	10	0.4			0	0		5	40	2			0	0				0
Disponen de taller	si	4	40	1.6			0	0			0	0			0	0				0
Estado del taller	bueno	4	50	2		5	60	3		5	60	3			0	0				0
Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustible y aceites	si		0	0		5	40	2		5	15	0.8			0	0				0
Consumo de diésel (L/m3)	2.2	3	20	0.6			0	0			0	0			0	0				0
Existencia de un plan de gestión de residuos asimilables a urbanos(reducción, recogida)	si		0	0		5	50	2.5			0	0			0	0				0
Autorización de productor de residuos peligrosos	no		0	0		0	50	0		0	0	0			0	0				0
Dispone de surtidor propio	si	5	30	1.5			0	0			0	0			0	0				0
Consumo de agua para el lavado de los áridos	3,3 L/m ³	4	50	2		4	50	2			0	0			0	0				0
Se utilizan EPP's	50%		0	0				0		4	100	4			0	0				0
Riegos de vías al día	no	0	40	0		0	30	0		0	40	0			0	0				0
Dispone de salas comedor para los trabajadores	si		0	0			0	0		5	50	2.5			0	0				0
Dispone la sala de aseo según norma de	si		0	0			0	0		5	40	2			0	0				0



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

seguridad e higiene en el trabajo																					
Disponen de laboratorio en planta	si	5	50	2.5			0	0			0	0			0	0			0		
Dispone de sistema de gestión medioambiental NC ISO 14015	si		0	0		5	100	5			0	0			0	0			0		
Dispone de sistema de gestión calidad ISO 9001	si		0	0		5	100	5			0	0			0	0			0		
Dispone de sistema de la seguridad OHSAS	si		0	0	86		0	0	70	5	100	5	144.8		0	0	16		0	0	316
Balance de material (Aprovechamiento de la planta)	60%	4	80	3.2	70		0	0	40		0	0	113.4		0	0	14		0	0	236.5
Cumplimiento de venta de material	100%		0	0	82%		0	0	58%		0	0	78%	5	60	3	88%		0	-	75%
control de servicios recibidos																					
Subcontratación de la perforación y voladura	2.67	3	100	3			0	0			0	0			0	0			0		
Subcontratación de la carga y transporte	no	0	0	0	5		0	0	0		0	0	0		0	0	10		0	0	15
Cumplimiento del costo de perforación y la voladura	si	0	0	0	3		0	0	0		0	0	0	4	100	4	7		0	0	10
Cumplimiento del costo de carga y transporte	si	0	0	0	60%		0	0	-		0	0	-	3	100	3	70%		0	-	67%



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

EMPLEO																						
Número medio de empleo directo	61%		0	0		0	0	0			0	0			0		5	50	2.5			
Número medio de empleo indirecto	39%		0	0	1	0	0	0	0		0	0	0		0	0	3	40	1.2	4.5	5.5	
Número de jornadas de trabajo	2		0	0	0.6	0	0	0	0		0	0	0		0	0		0	0	3.7	4.3	
Índice de ausentismo	0.6	3	20	0.6	60%	0	0	0	0		0	0	-		0	-		0	0	82%	78%	
ACCIDENTES																						
Número de accidentes mortales	0	0	0	0	5		0	0	0	5	50	2.5	5		0	0	5	50	2.5	7.5	17.5	
Índice de incidencia	0.2	5	50	2.5	5	0	0	0	0	5	50	2.5	5		0	0	3	100	3	5.5	15.5	
Número de horas pérdidas por accidentes	0	5	50	2.5	-	0	0	0	-	5	0	0	100%		0	-		0	0	73%	89%	
CAPACITACION																						
					6				0				4.5			0					0	10.5
Horas de capacitación profesional	50%	3	40	1.2	3.6		0	0	0	3	40	1.2	2.7		0	0				0	0	6.3
Horas de capacitación de Seguridad y Salud	50%	3	80	2.4	60%		0	0	-	3	50	1.5	60%		0	-				0	-	60%
INVERSIÓN																						
Volumen de negocio	media no	0	0	0		0	0	0			0	0			0	0					0	
Se dispone de plan de	si	0	0	0		0	0	0			0	0		3	50	1.5					0	



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

inversión																						
Costes de exploración	5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	60	1.8	8.5			0	3	11.5
Comunicación con la población	si	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	60	1.8	5.1			0	3	8.1
Dispone la empresa de hoja de reclamación al servicio del ciudadano	si	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	60%	5	60	3	100%		70%
TRANSPORTE EXTERIOR																						
					0				1.5			1.5				0				0		3
Distancia media transporte desde punto de extracción hasta puntos de la carretera	1.5 km		0	0	0	3	30	0.9	0.9	3	10	0.3	0.9		0	0	0			0	0	1.8
Proporción de transporte por carretera con respecto al total	20%		0	0	-	3	0	0	60%	3	20	0.6	60%		0	0	-			0	-	60%
INCIDENTES MEDIO AMBIENTALES																						
Nivel de rehabilitación	Regular			0	0	3	100	3	15		0	0	0			0	0			0	4	19
Impacto visual	Grande			0	0	0	100	0	8		0	0	0			0	0			0	2.4	10.4
Número de incidentes medio ambientales	0	0	0	0	-	5	100	5	53%		0	0	-			0	-	3	80	2.4	60%	55%
SEGURIDAD MINERA																						



Anexo 4 (continuación) Matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

					0				0				7.5				0			0	7.5	
Existe proyecto de seguridad minera actualizado y aprobado	si		0	0	0		0	0	0	5	50	2.5	7.5			0	0		0	0	0	7.5
Se cumple el proyecto	si		0	0	-		0	0	-	5	100	5	100 %			0	-		0	0	-	100%
			195				79				203				66				15			



Anexo 5. Criterios de evaluación

	Técnico	M.A	Seguridad	Económico	Social
Cantera					
Posee concesión minera aprobada	Si 5 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0	
Posee informe geológico aprobado y actualizado	Si 5 No 0	Si 5 No 0		Si 5 No 0	
Posee proyecto minero aprobado y actualizado	Si 5 En proceso 3 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0	
Se explota el yacimiento según proyecto minero	Si 5 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0	
Cumplimiento del plan anual de minería	Si 5 No 0			Si 5 No 0	
posee plano topográfico actualizado del yacimiento	Si 5 No 0				
Sistema de explotación	Vertido.....5 Explotación tipo corta...5 Banco descendente...3 Banco ascendente...2	Explotación tipo corta.....4 Banco descendente...2 Banco ascendente..1 Vertido...0			
Estado técnico del drenaje	Bueno...5 Regular...3 Malo...0		Bueno...5 Regular...3 Malo...0		
Calidad en los frentes de	Bueno...5 Regular...3		Bueno...5 Regular...		



trabajo	Malo...0		3 Malo...0		
Altura total de los frentes	>20...5 20-15...4 15.....3 15-10...2 <10...1				
Altura de los bancos	30-20...5 20-10...3 10-5.....0		>20...5 <20...0		
Reservas técnicas					
Existencia de las reservas técnicas planificadas	Si.....5 En proceso...3 No...0				
Existe secuencia de preparación de reservas	Si.....5 En proceso...3 No...0				
Reflejo en el plano topográfico las reservas técnicas					
Estado de las reservas	Buena...5 Regular...3 Mala...0				
Se controlan las reservas técnicas del yacimiento	Si.....5 No...0				
Límites de explotación					
Están monumentados y señalizados los vértices de la concesión	Si 5 No 0	Si 5 No 0			
Posee vértices de explotación según resolución de la ONRM	Si 5 No 0	Si 5 No 0			
Mantenimiento anual a los vértices	Si 5 No 0				
Estabilidad del frente					
Grado de fracturación del			Bueno...5 Regular...		



frente			3 Malo...0		
Se sanean y limpian los frentes			Si 5 No 0		
Existe frente invertido			Si 5 No 0		
Presencia de cuñas			Si 5 No 0		
Presencia de fallas	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
Situación de fallas			Bueno...5 Regular...3 Malo...0		
Estado de las plataformas					
Ancho de la plataforma de trabajo según proyecto	Si.....5 SD...3 No....0		Si.....5 SD...3 No....0		
Limpieza	Buena...5 Regular...3 Mala...0		Buena...5 Regular...3 Mala...0		
Seguridad de las plataformas y taludes	Seguro...5 Inseguro...0		Seguro...5 Inseguro...0		
Estado de las vías de acceso					
Ancho de las vías según proyecto	Si.....5 SD...3 No....0		Si.....5 SD...3 No....0		
Pendiente según proyecto	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
Disposición de sistema anti caídas			Si 5 No 00		
Disposición de sistema de señalización en canteras			Si.....5 No....0		
Asfaltado de las pistas y accesos	Si.....5 SD...3 No....0		Si.....5 SD...3 No....0		
Realización del mantenimiento planificado	Si 5 No 0		Si.....5 No....0		



Existencia de esquema de parque para mantenimiento			Si 5 No 0		
Acarreo con buldócer					
Cumplimiento con el plan de acarreo mensual	Si 5 No 0				
Estado técnico del equipo	Buena...5 Regular...3 Mala...0				
Cumplimiento con el índice de consumo de diésel				Si 5 No 0	
Red de perforación propuesta					
Confección y cumplimiento del pasaporte de perforación	Si 5 No 0			Si 5 No 0	
Los equipos cumplen con productividades planificadas	Si 5 No 0				
Poseen captadores de polvo		Si 5 No 0	Si 5 No 0		
Los operarios poseen los medios de seguridad requeridos	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
Diámetro de perforación (mm)	>100...4 85-100...5 <85...3				
Se controla la perforación ejecutada en el yacimiento	Si 5 No 0				
Carga de los barrenos y voladura					
Cumplimiento del pasaporte de voladura planificado	Si 5 No 0				
Se obtiene la granulometría planificada	Si 5 No 0				



Cumplimiento del índice de consumo planificado	Si 5 No 0			Si 5 No 0	
Tipo de explosivo					
Sistema de iniciación utilizado	Det. E+sist. Nonel.....5 Det. NE+Tubo...4 Det. NE+Det. EI+Hilo.....4 Det.E+mech a...4 Det. E.....5				
Se mide la generación de polvo producida	Si 5 No 0				
Proyecciones fuera de los límites previstos			Si 5 No 0		
Generación de onda aérea			Si 5 No 0		
Fragmentación secundaria					
Situación de las rocas sobre medidas	>15%...0 15-10%...3 <10%...5				
Se realiza fragmentación secundaria planificada	Si.....5 No....0				
Método utilizado para la fragmentación secundaria					
Estado técnico del equipamiento utilizado	Bueno...5 Regular...3 Malo...0				
Carga y transporte					
Sistema de carga y transporte					
Estado técnico	Bueno...5				



del equipo	Regular...3 Malo...0				
Correspondencia de equipo de carga con medios de transporte	Si.....5 No....0				
Distancia del frente a la tolva del primario					
Cumplimiento del índice de consumo de diésel	Si 5 No 0			Si 5 No 0	
Equipos cumplen productividades planificadas	Si 5 No 0				
Sistema de apantallamiento natural o artificial		Si.....5 SD...3 No....0	Si.....5 SD...3 No....0		
Circulación a través de población					Si 5 No 0
Escombrera					
Ubicación adecuada según parámetros técnicos	Si 5 No 0				
Ejecución según proyecto		Si 5 No 0	Si 5 No 0		
Se depositan adecuadamente los materiales			Si 5 No 0		
Planta de procesamiento					
Cumplimiento del proyecto de procesamiento	Si 5 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0	
Cumplimiento del plan de producción	Si 5 No 0			Si 5 No 0	
Existencia del proyecto de procesamiento actualizado y	Si 5 No 0	Si 5 No 0			



aprobado					
Adecuado flujo tecnológico	Si 5 No 0				
Acopios próximos a la tolva primaria	Diario...0 Fin de semana....3 No....5				
Equipos cumplen plan de proyecto	Si 5 No 0				
Sistema de apantallamiento superficial o natural (efectividad)			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Señalización adecuada de las instalaciones			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Dispone de sistema de control de la producción	100%...5 50%.....3 0%.....0				
Grado de automatismo	100%...5 50%.....3 0%.....0				
Cerramiento de la tolva de alimentación de la trituradora			Si 5 No 0		
La tolva de alimentación dispone sistemas de reducción de los niveles sonoros			Si 5 No 0		
Sistema de eliminación de polvo		Si 5 No 0	Si 5 No 0		
La tolva dispone de barrera no franqueable			Si 5 No 0		
La tolva dispone de sistema de amortiguación			Si 5 No 0		
Existen			Si.....0		



fragmentos de material en los accesos			No...5		
Dispone de caseta de control de operaciones del primario	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
Dispone de los medios para control de descarga	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
Dispone de medios para controlar el funcionamiento de los molinos	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene del trabajo			Si 5 No 0		
Los transportadores disponen de detectores de metales (los necesarios)	100%...5 50%.....3 0%.....0				
Los transportadores disponen de sistemas de control de producción.(los necesarios)	100%...5 50%.....3 0%.....0				
Los transportadores se encuentran capotadas			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Los transportadores disponen de seguridad anti atrapamiento			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Los transportadores disponen de			100%...5 50%.....3 0%.....0		



protección de las correas de los motores (cubre poleas)					
Los transportadores disponen de protección de los tambores (carenado del tambor de cola)			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Los transportadores disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Los tambores de cola están a una altura adecuada			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Cerramiento de los equipos de trituración			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Cerramiento de los equipos de molienda			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Cerramiento del sistema de clasificación			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Dispone de caseta de control de operaciones en la zona de clasificación	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
Dispone de medios audiovisuales para controlar la descarga	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
Dispone de control remoto para el funcionamiento de los molinos	Si 5 No 0				
La caseta cumple con las			Si 5 No 0		



condiciones de seguridad e higiene en el trabajo					
Dispone de sistema que reduzca el ruido en la alimentación y descarga de los equipos de trituración			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Dispone de sistema que reduzca el polvo en la alimentación y descarga de los equipos de trituración		100%...5 50%.....3 0%.....0	100%...5 50%.....3 0%.....0		
Cerramientos de los acopios		100%...5 50%.....3 0%.....0	100%...5 50%.....3 0%.....0		
Acopios disponen de protección contra el viento			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Se emplean agentes químicos como medidas de protección contra el viento		Si 5 No 0	Si 5 No 0		
Altura de caída adecuada			Si 5 No 0		
La carga del material de los acopios se realiza por la cinta transportadora			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Sistema de eliminación o reducción de polvo en la descarga de los silos			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Sistema de lavado de			Si 5 No 0		Si 5 No 0



ruedas y de la carga de camiones					
Se utiliza EPP's			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Situación de la planta con respecto a la orografía del terreno			Inferior ...5 Igual0		
Señalización adecuada de las instalaciones			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Nivel de mantenimiento de las instalaciones	Muy bien ...5 Bien ... 4 Regular ... 3 Malo2 Muy mal ... 1 No existe ...0				
Se dispone de arrancador de frecuencia	Si 5 No 0				
Se dispone de instalación de condensadores	Si 5 No 0				
Consumo eléctrico kW/m ³	<1.5 ... 5 1.5-2 ... 4 2 ... 3 2-2.5 ... 2 2.5-3 ... 1 >3 ... 0				
Disponen de sala de cuadros eléctricos	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
Estado de la sala de cuadros eléctricos	Bueno ... 5 Regular ...3 Malo ... 0		Bueno ... 5 Regular ...3 Malo ... 0		
Estado de las canalizaciones eléctricas	Bueno ... 5 Regular ...3 Malo ... 0		Bueno ... 5 Regular ...3 Malo ... 0		
Disponen de	Si 5		Si 5		



taller	No 0		No 0		
Estado del taller	Bueno ... 5 Regular ...3 Malo ... 0		Bueno ... 5 Regular ...3 Malo ... 0		
Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustible y aceites	Si 5 No 0	Si 5 No 0			
Consumo de diésel (L/m ³)	<2.1 ... 5 2.2-.3 ... 3 >3 ... 1				
Existencia de un plan de gestión de residuos asimilables a urbanos (reducción, recogida)		Si 5 No 0			
Autorización de productor de residuos peligrosos		Si 5 No 0			
Dispone de surtidor propio	Si 5 No 0				
Consumo de agua para el lavado de los áridos(se prevé su recirculación)	Se recircula 5 No recircular 0	Se recircula 5 No recircular 0			
Riegos de vías al día (dependiendo de la zona de la cantera)	Adecuado ... 5 Medio ... 3 No adecuado...0	Adecuado ... 5 Medio ... 3 No adecuado ...0	Adecuado ... 5 Medio ... 3 No adecuado ...0		
Dispone de sala comedor para los trabajadores			Si 5 No 0		
Dispone la sala de aseo según norma de seguridad e			Si 5 No 0		



higiene en el trabajo					
Disponen de laboratorio de planta	Si 5 No 0				
Dispone de sistema de gestión medioambiental NC ISO 14015		Si 5 No 0			
Dispone de sistema de gestión calidad NC ISO 9001		Si 5 No 0			
Dispone de sistema de la seguridad OHSAS			Si 5 No 0		
Balance de material (aprovechamiento de la planta)	Si 5 No 0				
Venta de material				Si 5 No 0	
Control de servicios recibidos					
Subcontratación de la perforación y voladura	Si 5 No 0				
Subcontratación de la carga y transporte	Si 5 No 0				
Cumplimiento con costo de la perforación y la voladura				Si ...5 Regular ... 3 No ... 0	
Cumplimiento con costo de carga y transporte				Si ...5 Regular ... 3 No ... 0	
Empleo					
Número medio de empleo directo					80 ... 5 30 ... 3 0 ... 0
Número medio de empleo indirecto					50 ... 5 20 ...



					3 0 ... 0
Número de jornadas de trabajo					
Índice de ausentismo	1 ... 0 0.7-0.4 ... 3 0.... 5				1 ... 0 0.7- 0.4... 3 0....5
Accidentes					
Número de accidentes mortales			0 ... 5 >0 ...0		0 ... 5 >0 ...0
Índice de incidencia (%)					1 ... 0 0.7- 0.4... 3 0.... 5
Número de horas pérdidas por accidentes	0 ... 5 167 ... 3 200 ... 0				
Capacitación					
Horas de capacitación profesional	100%...5 50%.....3 0%.....0		100%...5 50%.....3 0%.....0		
Horas de capacitación de Seguridad y Salud	100%...5 50%.....3 0%.....0		100%...5 50%.....3 0%.....0		
Inversión					
Magnitud de negocio					
Se dispone de plan de inversión a corto y mediano plazo					Si 5 No 0
Costes de exploración					5% ...5 2.5%.. 3 0% .. 0
Comunicación con la					Si.....5 No....



población					0
Dispone la empresa de hoja de reclamación al servicio del ciudadano					Si.....5 No.... 0
Transporte exterior					
Distancia media de transporte desde punto de extracción hasta los puntos de la carretera		>10 ... 0 5-10 ...3 <5 ... 5		>10 ... 0 5-10 ...3 <5 ... 5	
Proporción de transporte por carretera con respecto al total			100%...0 50%.....3 0%.....5		100%. ..0 50%... ..3 0%..... ..5
Incidentes medio ambientales					
incidentes medio ambientales	Si 5 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0
Impacto visual		Nulo ... 5 Medio ... 3 Importante ... 0			
Nivel de rehabilitación		Bueno ... 5 Regular ...3 Malo ... 0			
Seguridad minera					
Existe proyecto de seguridad minera actualizado y aprobado			Si 5 No 0		
Está basado en las resoluciones, leyes y decretos pertinentes			Si 5 No 0		



Se cumple proyecto de seguridad minera			Si 5 No 0		
---	--	--	--------------	--	--

En las casillas de la tabla antes presentado, el criterio de valoración esta entre: bien (5), regular (3) y mal (0). Queda al juicio del evaluador asignar otra puntuación para obtener una evaluación más precisa.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. TENDENCIA ACTUAL DEL PROBLEMA.....	4
1.1 Diagnóstico tecnológico	4
1.2 Producción de áridos en Cuba.....	6
1.3 Fundamento legal de la investigación.....	7
1.4 Caracterización general de la cantera San José Sur	9
• Ubicación geográfica	9
• Geología del yacimiento.....	10
• Capacidad anual de producción y vida útil.....	12
• Condiciones minero-técnicas del yacimiento	12
• Elementos principales de la explotación en la cantera objeto de estudio	13
• Régimen de trabajo	13
CAPÍTULO II. ETAPAS METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN	14
2.1 Etapas metodológicas de investigación	14
2.2 Descripción de la evaluación cualitativa de los aspectos a evaluar	16
2.3 Descripción del procedimiento de la aplicación de la mECA	17
CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO EN LA CANTERA DE ÁRIDOS SAN JOSÉ SUR	22
3.1 Aplicación de la mECA en la cantera San José Sur	22
3.1.1 Selección de las variables e indicadores de la mECA para la cantera San José Sur	22
3.2 Descripción de los aspectos evaluados en la cantera San José Sur	29
• Aspecto técnico	29
• Aspecto medioambiental	35
• Valoración de la seguridad del trabajo	37
• Valoración económica	38
• Valoración social	38
3.3 Cálculo de la mECA para la cantera San José Sur	38
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIÓN.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXO	48



INTRODUCCIÓN

Los áridos son el producto más consumido por el hombre después del agua, a la vez que constituyen un insumo fundamental para la construcción, es una de las principales fuentes de crecimiento económico y por tanto de bienestar para la sociedad. Estas consideraciones parten de los criterios de Delleroy y El Kharim (2013); Farhana y col (2013), Zongjin, (2014), Chiemela y col.(2015), Sulymond y col. (2017).

Estos materiales representan la porción de menor costo en una obra y constituyen el mayor volumen de los componentes del producto final (Martínez-Segura, (2009); Ganiron, (2015), Barbachi y col., (2017). Así que, el aumento de su demanda en el sector de la construcción durante los últimos años, ha generado un incremento en la extracción de esta materia prima, lo que requiere un mayor control de los procesos de obtención a través de diagnósticos tecnológicos integrales que analicen las tecnologías existentes y determinen el nivel técnico y el desempeño ambiental de las canteras en explotación.

Lo anterior, ha condicionado el desarrollo de estudios sobre diagnósticos tecnológicos desde diversos enfoques disciplinarios, aristas y denominaciones. Esto se evidencia en la diversidad de nomenclatura que se utiliza como sinónimo de diagnóstico tecnológico: gestión tecnológica, auditoría, mejora continua y otros.

En la actualidad se emplea ampliamente una herramienta para el diagnóstico tecnológico integral de canteras de árido denominada Matriz de Evaluación de Cantera de Árido (mECA) desarrollado por Martínez en 2009, la cual permite evaluar íntegramente el desempeño de una cantera, a través de variables e indicadores de los principales aspectos de su actividad.

Con la gran demanda de materiales para la construcción en el país, debido a los programas nacionales de inversión en el sector, se constató, que en las canteras, de forma general, existen insuficiencias relacionadas con la poca preparación o nivelación de las superficies de las áreas a barrenar, incorrecta identificación de la demanda en algunas canteras y la no concordancia de las redes de perforación, así como, atrasos en la ejecución de las voladuras por problemas técnicos, organizativos, de aseguramiento y financieros, que



provocan la pérdida de barrenos sin explosionar y las paralizaciones de las plantas de procesamiento por deficiencias tecnológicas. Esto ha generado la necesidad de que se realicen estudios en estas entidades.

La explotación del yacimiento San José Sur, ubicado en el municipio de San José de las Lajas, provincia de Mayabeque, lo realiza la Empresa de Canteras del ministerio de la Construcción (MICONS), y es el encargado de suministrar parte de la materia prima utilizada en las construcciones de viviendas, instalaciones culturales, deportivas y de comercio y a diferentes obras priorizadas del país para garantizar sus ejecuciones en tiempo y con la calidad requerida.

La materia prima (Caliza, Caliza dolomítica y Dolomita) que se extrae del yacimiento abastece a las plantas de procesamiento de Jamaica y Dragón Camoa en el cual se procesan por vías tanto seca como húmeda, para la obtención de cinco productos terminados, macadam, gravilla, granito, arena y el polvo.

A pesar de la complejidad de la geología y las dificultades que se presentan a la hora de procesar el material extraído, la explotación de este yacimiento, que lleva más de 100 años de explotación, es de gran importancia en la región occidental, debido a la calidad de la roca que posee.

Los trabajos realizados en la cantera han abordado estudios para evaluar el impacto medio-ambiental con respecto al proceso productivo y la valoración del empleo de los residuos (lodos) proveniente de la Planta 206 “Dragón Camoa” en la producción de otros materiales de construcción, específicamente para morteros y elementos cerámicos, sin embargo, hasta el momento no se ha efectuado un diagnóstico que integre, además de los aspectos medioambientales, lo relacionado con el nivel técnico, la seguridad, la protección del trabajo y sus efectos socio-económico. Esta situación condiciona el **problema** que fundamenta el presente trabajo: la necesidad de realizar un diagnóstico tecnológico de la cantera San José Sur que permita evaluar de forma integral su desempeño y contribuya a mejorar la eficiencia, la calidad de su producción y disminuir el impacto ambiental.



Este problema científico determina como **objeto de estudio** el diagnóstico tecnológico de cantera de áridos.

El **Objetivo general** consiste en realizar un diagnóstico tecnológico de la cantera de áridos San José Sur para evaluar de forma integral su desempeño y contribuir a mejorar la eficiencia, la calidad de producción y disminuir el impacto ambiental.

El **campo de acción** está dado por la concesión minera de explotación y procesamiento del yacimiento San José Sur.

La hipótesis de la investigación plantea que si se caracteriza la cantera, se determinan las variables y los indicadores a evaluar y se calculan los parámetros de la matriz de evaluación de canteras (mECA), entonces se podrá obtener un diagnóstico tecnológico de la cantera San José Sur que permita evaluar de forma integral su desempeño.

Objetivos específicos:

- Caracterizar la cantera San José Sur.
- Seleccionar las variables e indicadores de la mECA para la evaluación integral de la cantera San José Sur.
- Calcular los parámetros de la mECA de la cantera San José Sur.



CAPÍTULO I. TENDENCIA ACTUAL DEL PROBLEMA

Introducción

El objetivo del presente capítulo es ofrecer una visión general sobre el diagnóstico tecnológico de cantera de áridos, a partir del conocimiento de los antecedentes sobre el tema, para fundamentar y establecer una metodología que permita determinar el estado tecnológico y la caracterización de la cantera San José Sur.

1.1 Diagnóstico tecnológico

Un diagnóstico se refiere a los resultados que se arrojan luego de un estudio, evaluación o análisis sobre determinado ámbito u objeto y tiene como propósito reflejar la situación, para que luego se proceda a realizar una acción o tratamiento que ya se preveía realizar o que a partir de los resultados del mismo se decide llevar a cabo. El diagnóstico tiene como objetivo obtener conocimientos que permitan realizar cambios orientados a resolver los problemas o cubrir necesidades que se haya detectado.

Se realizan diferentes tipos de diagnósticos, y a continuación se da una breve descripción de algunos de ellos.

El diagnóstico administrativo es aquel que tiene como propósito conocer la organización administrativa y el funcionamiento del área de objeto de estudio y tiene la finalidad de detectar las causas y los efectos de los problemas administrativos de la empresa.

Otro de los diagnósticos realizado en las empresa es el diagnóstico estratégico, el cual alimenta de todas reflexiones que se hacen en torno a las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que surgen dentro y fuera de la unidad empresarial y se puede dividir en dos: el diagnóstico interno y el diagnóstico externo. Diagnóstico estratégico interno es aquel que se orienta a precisar las fortalezas y debilidades de los cinco recursos fundamentales de la empresa: los recursos humanos, financieros, tecnológicos, productivos y comerciales y para lograr un análisis interno confiable, se utiliza una herramienta llamada perfil de capacidad interna o la matriz de PCI. El diagnóstico externo o análisis externo o auditoria externa se orienta a las oportunidades y amenazas que afectan las capacidades o recursos fundamentales externos con las que se puede apoyar



la empresa para enfrentar competitivamente su medio. Esos recursos o capacidades pueden ser: Tecnológicos, económicos, geográficos, productivos y comerciales. Se utiliza una herramienta llamada Perfil de las Oportunidades y Amenazas en el Medio o matriz POAM para lograr un análisis externo confiable.

En el sector de minería se realiza muchas veces el estudio de impactos ambientales (EsIA) el cual, es un estudio técnico, de carácter interdisciplinar, que incorporado en el procedimiento de la evaluación de impacto ambiental, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Este estudio identifica, describe y valora de manera apropiada, y en función de las particularidades de cada caso concreto, los efectos notables previsibles que la realización del proyecto produce sobre los distintos aspectos ambientales. Sin embargo, con todo lo mencionado anteriormente, para poder realizar una mejor evaluación del desempeño de una explotación minera, haría falta un estudio profundo que abarca todo desde los aspectos técnicos, medioambientales, de seguridad y socioeconómicos, lo cual constituye el estudio de diagnóstico tecnológico integral.

Los diagnósticos tecnológicos se abordan desde diferentes aristas y diversos autores utilizan términos como: gestión tecnológica, auditoría, mejora continua etc.

Marrugo (2008) plantea que el diagnóstico tecnológico es un diagnóstico analítico de la trayectoria pasada y del estado actual de la empresa, así como de sus potencialidades prospectivas, respecto al cumplimiento de su misión, de sus objetivos y de sus actividades productivas, del estado de sus recursos, y de su funcionamiento técnico organizacional y que su análisis consiste en dos actividades paralelas que permiten conjuntamente, una relación de la situación actual y potencial de la organización con su entorno. Garzón (1990) explica en su metodología una herramienta que permite realizar un diagnóstico tecnológico desde el punto de vista estratégico y de competencias de una empresa con lo que además se permite conocer el grado en que una



tecnología aporta a la sostenibilidad de la estrategia de una entidad al desarrollar en ella un proceso de auditoría tecnológica.

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

Este último enfoque, considerando todos los aspectos del sistema de producción, utiliza una metodología basada en la denominada matriz de evaluación de canteras de áridos (mECA), a partir de la cual se valoran aspectos técnicos, medioambientales, de seguridad y socioeconómicos.

1.2 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 (Alfaro, 2003).

Asociado con esta actividad se han realizado diversas investigaciones en el país, principalmente relacionadas con diagnósticos ambientales de canteras (Milián, 2012; Montes-de-Oca y Ulloa-Carcassés, 2013), sin embargo, se presentan limitaciones en la industria de materiales para la construcción relacionadas con el desarrollo tecnológico, ambiental y minero. Tales limitaciones se relacionan con la carencia de estudios científicos sobre el tema, la falta de equipamiento para realizar la minería selectiva y el insuficiente registro de datos oficiales sobre el crecimiento nacional de este sector, lo cual ha conllevado a incumplimientos de los planes de producción. Lo antes referido muestra la necesidad de efectuar diagnósticos integrales que analicen las tecnologías existentes y determinen el nivel técnico y el desempeño ambiental de las canteras en explotación en Cuba.



En Cuba se explotan más de 100 canteras de áridos, la mayoría de ellas se localizan en la región oriental, con producciones que ascienden los 200 000 m³. En el año 2016 la producción de áridos, alcanzó un volumen de 6 000 000, de los cuales, las plantas de la Empresa de Canteras de la Habana aportaron 1 800 000 m³.

En términos generales, en Cuba, se han realizado cinco estudios que constituyen diagnósticos tecnológicos y valoran el desempeño integral de las canteras de áridos ubicadas en la región oriental. En el 2015, Goncalves y Víctor en dos canteras de la provincia Holguín, Chacón en Santiago de Cuba y Cutiño en Guantánamo y Lipardi (2016) en Santiago de Cuba desarrollaron este tipo de diagnóstico en las canteras de materiales para la construcción Los Caliches, el Pílon, Yarayabo y Los Guaos.

1.3 Fundamento legal de la investigación

La base legal de la investigación se sustenta en la Ley 76 de Minas, aprobada el 21 de diciembre de 1994, que constituye el instrumento jurídico más importante en cuanto a la gestión de los recursos minerales, y especifica en la segunda sección, en el artículo 41 inciso c) "...hay que preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área, elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto derivado de sus actividades...", mientras que en el inciso n) plantea: "...hay que realizar investigaciones técnico-productivas e introducir innovaciones tecnológicas relacionadas con la actividad minera, para mejorar la eficiencia económica y el aprovechamiento de los recursos minerales...".

Otra de las leyes que sustentan la presente investigación es la Ley 81 de Medio Ambiente promulgada el 11 de julio de 1997, refleja el reconocido esfuerzo del estado, respecto a la protección del medio ambiente, en el marco de una política de desarrollo consagrada a lo largo de cuatro décadas de transformaciones revolucionarias, tanto políticas como socioeconómicas, en estrecha correspondencia con el artículo 27 de la Constitución de la República, al establecer que: "el estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país, reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo



económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras”.

En el artículo 28 inciso e), de la mencionada Ley del Medio Ambiente, queda establecido que la minería se encuentra dentro de las actividades sujetas al proceso de evaluación de impacto ambiental. El proceso de evaluación de impacto ambiental en las actividades de la minería requerirá en casi todos los casos de un estudio de impacto ambiental, para proceder con el otorgamiento de la licencia ambiental.

En el artículo 57 inciso b) recoge que “...hay que impulsar y promover la investigación científica y la innovación tecnológica, que permitan el conocimiento y desarrollo de nuevos sistemas, métodos, equipos, procesos, tecnologías y dispositivos para la protección del medio ambiente, así como la adecuada evaluación de procesos de transferencia tecnológica y el inciso d) hace referencia a la aplicación de mejoras tecnológicas que permitan prevenir, evaluar, controlar y revertir el deterioro ambiental ...”.

Esta investigación además se sustenta en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en VI Congreso del Partido. En consecuencia, se citan los lineamientos:

132. Perfeccionar las condiciones organizativas, jurídicas e institucionales para establecer tipos de organización económica que garanticen la combinación de investigación científica e innovación tecnológica, desarrollo rápido y eficaz de nuevos productos y servicios, su producción eficiente con estándares de calidad apropiados y la gestión comercializadora interna y exportadora, que se revierta en un aporte a la sociedad y en estimular la reproducción del ciclo. Extender estos conceptos a la actividad científica de las universidades.

134. Las entidades económicas en todas las formas de gestión contarán con el marco regulatorio que propicie la introducción sistemática y acelerada de los resultados de la ciencia, la innovación y la tecnología en los procesos productivos y de servicios, teniendo en cuenta las normas de responsabilidad social y medioambiental establecidas.



135. Definir una política tecnológica que contribuya a reorientar el desarrollo industrial, y que comprenda el control de las tecnologías existentes en el país; a fin de promover su modernización sistemática atendiendo a la eficiencia energética, eficacia productiva e impacto ambiental, y que contribuya a elevar la soberanía tecnológica en ramas estratégicas. Considerar al importar tecnologías, la capacidad del país para asimilarlas y satisfacer los servicios que demanden, incluida la fabricación de piezas de repuesto, el aseguramiento metroológico y la normalización.

138. Prestar mayor atención en la formación y capacitación continuas del personal técnico y cuadros calificados que respondan y se anticipen al desarrollo científico- tecnológico en las principales áreas de la producción y los servicios, así como a la prevención y mitigación de impactos sociales y medioambientales.

218. 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 petroquímica; 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.

233. Recuperar e incrementar la producción de materiales para la construcción que aseguren los programas inversionistas priorizados del país (turismo, viviendas, industriales, entre otros), la expansión de las exportaciones y la venta a la población. 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.

1.4 Caracterización general de la cantera San José Sur

- **Ubicación geográfica**

El yacimiento San José Sur se encuentra ubicado a 3 Km del poblado de San José de Las Lajas perteneciente al municipio homónimo en la provincia de Mayabeque (figura 1.1).

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

X = 379000.00

Y = 350500.00

La concesión minera de explotación, otorgada dentro de este yacimiento, se encuentra limitada por las siguientes coordenadas nacionales:

Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
1	379571.14	350062.96	11	378680.06	350376.97
2	379339.48	349800.99	12	378739.65	350420.00
3	379326.08	349800.71	13	378769.80	350809.99
4	379313.49	349850.76	14	378955.30	351020.94
5	379248.45	349852.52	15	378975.65	350997.76
6	379179.61	349809.10	16	379318.97	350807.05
7	379178.47	349811.09	17	379656.37	350464.29
8	379103.61	349906.06	18	379490.07	350270.15
9	378862.08	350092.90	19	379475.12	350192.59
10	378680.18	350200.21			

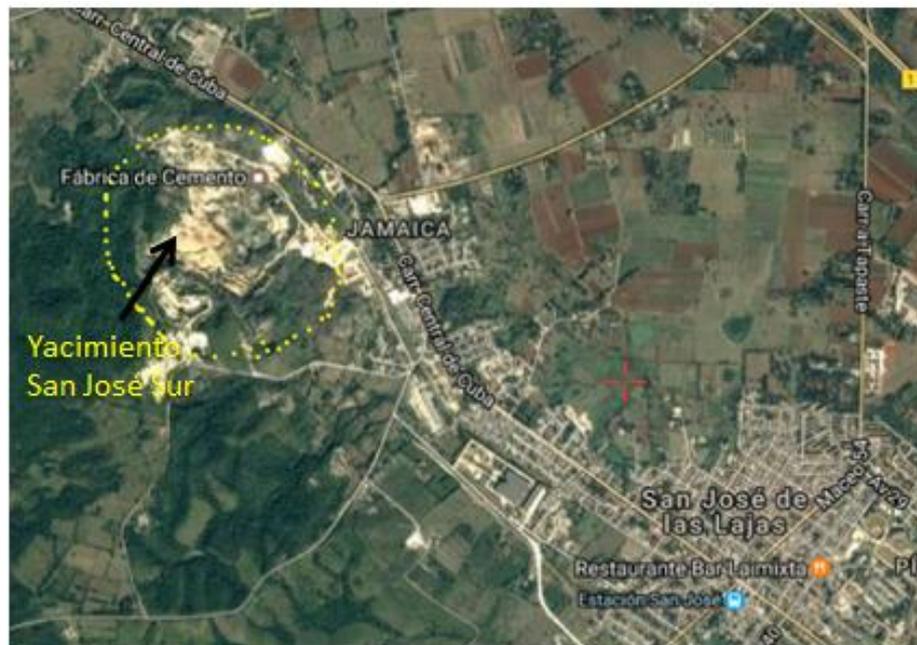


Figura 1.1. Vista satelital de la cantera San José Sur.

- **Geología del yacimiento**

El yacimiento está compuesto por un conjunto de rocas carbonatadas representadas por calizas, calizas dolomíticas, calizas margosas y margas,

dentro de esta composición hay muchas ocurrencias donde las rocas pasan de un tipo a otro (Figura 1.2).

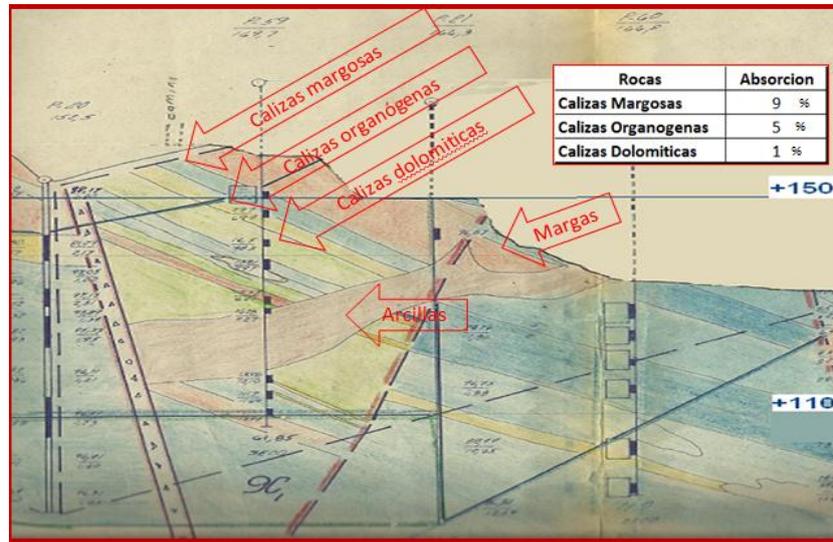


Figura 1.2. Litología del yacimiento San José Sur (Tomado de Proyecto de explotación, 2016).

Las calizas por lo general son compactas, macizas de grano fino de color gris claro con tonos amarillos, rosadas y carmelitas (crema). Las calizas dolomíticas y dolomitas calcáreas son de color gris. Estas rocas forman parte de la Fm. Husillo ampliamente desarrollada en el área. La materia prima del yacimiento está representada por las calizas, calizas dolomíticas y dolomitas. Además se observa presencia de arcillas, las que junto a las margas aparecen rellenando cavernas, grietas y zonas de fallas.

A continuación se ofrece una descripción detallada de las variedades litológicas encontradas en el yacimiento.

- Margas: aparecen en forma consolidada y deleznable rellenando cavernas, de color amarillento a crema poco duras en ocasiones arcillosas.
- Arcillas: aparecen rellenando cavernas, principalmente de color crema claro con impurezas de margas y fragmentos de calizas. Esta arcilla macroscópicamente se define como plástica, en ocasiones es algo arenosa.



- Calizas: constituye la parte útil del yacimiento, abarca las variedades mencionadas que van desde la caliza masiva hasta la caliza margosa pasando también por calizas dolomíticas. Son por lo general de color crema a grises, con potencias hasta de 50 metros.
- Areniscas: aparecen de forma aislada en el yacimiento rellenando cavernas y grietas sin continuidad, son de color gris claro y de grano muy fino.

- **Capacidad anual de producción y vida útil**

El recalcu geológico confirma la existencia de 8 366 601.32 m³ de material útil (In situ) en la categoría de Medido + Indicado dentro de la concesión minera aprobada, siendo la demanda del plan de minería de 200 165 m³ de rajón. La pérdida general de acuerdo a informaciones concretas de la cantera es de un 40 %, es decir el aprovechamiento final que se obtiene de acuerdo a estadísticas para este yacimiento es de un 60 %, resultado de las pérdidas por concepto de operación minera, por transportación y las obtenidas en planta.

Teniendo en cuenta estos resultados, la productividad de la cantera asciende a 333 608 m³/año. Las reservas estimadas dentro del diseño final de la cantera y hasta la cota + 108 m ascienden a 3 404 606.8 m³, el tiempo de vida útil de la cantera es de 14 años.

- **Condiciones minero-técnicas del yacimiento**

La explotación en el yacimiento se realiza a cielo abierto, se desbroza con el uso de buldócer; el destape y la extracción se realiza con perforación y explosivos, posteriormente es apilado y cargado a camiones con el uso del cargador frontal y en caso que sea necesario con la excavadora. Los bancos de extracción alcanzan alturas variables que van desde los 6 hasta los 10 metros, teniendo alturas variables debido a que existen algunos frentes no bien definido.

Actualmente la explotación de la cantera se realiza al suroeste en la zona del hoyo del muerto y al este en la parte denominada la Compresora. Los niveles de explotación están definidos en los horizontes + 174, + 164, + 154, + 146, + 136, + 130, + 120, + 108 los cuales se laborean de forma que no dificulten el drenaje.



- **Elementos principales de la explotación en la cantera objeto de estudio**

- **Parámetros del sistema de explotación:**

- Altura del banco: 6 - 10 m.
- Ángulo de inclinación del talud: 80 grados.
- Ancho de las bermas de seguridad: 3.00 m.
- Ángulo del talud minero de la cantera en el borde inactivo: 60.7 grados.
- Profundidad final de la cantera: 66 m.

- **Régimen de trabajo**

El régimen de trabajo con el que opera la cantera es el siguiente:

Días calendarios.....	365
Días feriados y domingos.....	- 58
Días estimados de lluvias.....	- 27
Días laborables o efectivos.....	280
Turnos de trabajo al día.....	1
Horas de un turno.....	12.5
Aprovechamiento del tiempo (%).....	80

CAPÍTULO II. ETAPAS METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN

Introducción

En este capítulo se describen la metodología empleada para el desarrollo de la investigación.

2.1 Etapas metodológicas de investigación

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

Los principales métodos empíricos fueron:

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

Entre los métodos teóricos:

- Histórico-lógico: para analizar la trayectoria tecnológica de la cantera.
- Deductivo - Inductivo: para la identificación de los principales variables e indicadores que inciden en la evaluación desde el punto de vista tecnológico, medioambiental, seguridad y socio-económico de las canteras de áridos.
- Hipotético - Deductivo: para la formulación de la hipótesis y luego, a partir de inferencias lógicas-deductivas, se arriba a conclusiones particulares que posteriormente se pueden comprobar.

La representación gráfica de la metodológica seguida se muestra en la figura 2.1.

Etapa 1. Diseño de la investigación y revisión de la bibliografía

Consistió en la determinación del diseño teórico de la investigación y la recopilación y análisis de la bibliografía sobre la temática.

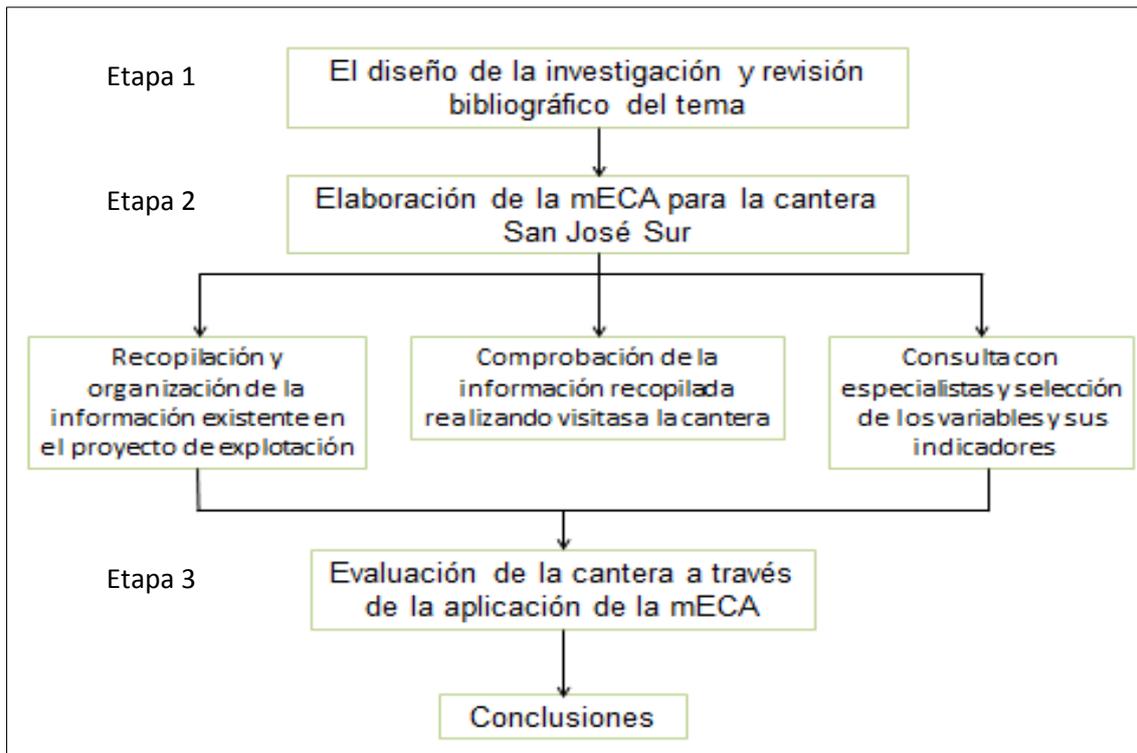


Figura 2.1 Etapas de la investigación

Etapa 2. Elaboración de la mECA para la cantera San José Sur

Esta etapa se desarrolla a través de tres fases fundamentales:

- Recopilación y organización de la información existente en el proyecto de explotación.

Durante las prácticas en la Empresa de Canteras y la propia cantera San José Sur se recopiló la información necesaria que permitió el análisis detallado del proyecto de explotación.

- Comprobación de la información recopilada a través de visitas a la cantera.

Toda la información obtenida sobre la cantera se procesó y comprobó *in situ*, para establecer fielmente las condiciones y características de la cantera en cada una de los aspectos a evaluar.

- Consulta a expertos (tormentas de ideas) para la selección de las variables e indicadores de la mECA para la cantera San José Sur.

Esta selección de las variables e indicadores se efectuó a través de tormentas de ideas con los especialistas de la empresa, la cantera y los profesores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMM), sobre la base de la



matriz descrita por Martínez (2009) adaptándola a las condiciones específicas del país y de la cantera objeto de estudio.

A partir de la valoración realizada con los especialistas, se eliminaron algunos indicadores y se adicionaron otras variables con sus respectivos indicadores, quedando finalmente 21 variables y 162 indicadores que se relacionan de acuerdo al orden de preferencia obtenido por los especialistas.

La mECA descrita por Martínez (2009) se fundamenta en un cuestionario con, 15 variables y 200 indicadores que permiten evaluar los aspectos técnico, medioambiental y de seguridad y aspectos socio-económicos.

Etapas 3. Evaluación de la cantera a través de la aplicación de la mECA

En el presente trabajo se utilizó para la evaluación integral de la cantera la metodología mECA, por ser una herramienta que permite obtener una imagen integral del estado de una explotación de áridos, teniendo en cuenta todos los aspectos que afectan la misma. Con esta herramienta se analiza el estado tecnológico y se comparan los parámetros característicos de cada explotación con una cantera de referencia.

2.2 Descripción de la evaluación cualitativa de los aspectos a evaluar

En este trabajo, para la evaluación de la cantera se consideraron cinco aspectos independiente (técnico, medioambiental, seguridad, económico y social), lo que se diferencia de la metodología de Martínez (2009) que agrupa medio ambiente y seguridad y económico - social.

En el aspecto técnico se utilizaron los datos sobre maquinaria móvil y fija, las variables de voladura y la geometría de la explotación, procediendo a la toma de datos de: Las fragmentaciones resultantes de las voladuras, incidiendo sobre la proporción de piedras sobre medidas; ciclos de trabajo, según la disposición de las diferentes zonas de cantera y planta, capacidades de producción que permiten los equipos de carga, transporte y de las plantas de procesamiento que se dispone, así como los consumos energéticos y el costo por metro cúbico del procesamiento de la materia prima.

En el aspecto medioambiental se tomaron los datos de los informes de la cantera y se comprobó la existencia de medidas encaminadas a eliminar o

reducir los impactos ambientales como: ruido, polvo y visual, así como, la correcta gestión del agua. El criterio seguido como evaluación positiva en este aspecto es la reducción o eliminación del agente contaminante.

En el aspecto de seguridad se tuvo en cuenta la existencia y señalización de peligros en zonas de presencia de trabajadores, el uso de los elementos de protección personal (EPP) en los procesos productivos, así como la limpieza y organización de las instalaciones y el cumplimiento con las normativas vigentes fueron algunos de los puntos tenido en cuenta para la evaluación del aspecto.

En el aspecto económico se trabajó sobre el volumen de negocio y las inversiones.

En el aspecto social se tuvo en cuenta los datos sobre número medio de empleos directos e indirectos, número de jornadas trabajadas, índices de ausentismo y el número de accidentes mortales ocurridos en el sector debido al impacto que genera en la sociedad la pérdida de vidas humanas.

2.3 Descripción del procedimiento de la aplicación de la mECA

La mECA se compone de dos columnas principales (tabla 2.1). En la primera columna se encuentran las variables y los indicadores. La segunda columna principal recoge los aspectos a evaluar de cada variable e indicadores y se divide en cuatro columnas.

Tabla 2.1 Matriz para la evaluación de una variable

Variable e indicadores	VALORACION														
	técnica			medioambientales			de seguridad			económica		social			
	v	i	p	v	i	p	v	i	p	v	i	p	valor		
Ind. 1															
Ind. 2															
Ind. 3															
Ind. 4															
Ind. 5															



En la valoración de cada aspecto, la sub columna (c) corresponde a los datos obtenidos en el campo (el cual se mantiene igual para todos los cinco aspectos), referido a cada variable. La sub columna (v) es la valoración donde se confieren valores entre 0 y 5, a cada indicador quedando sin valor los que no tienen influencia. La importancia de los indicadores dentro del conjunto global de los aspectos, se identifica con la letra (i), la cual se evalúa entre el 1-100%, valorando de 0% los indicadores que no tienen influencia con el aspecto.

La puntuación final corresponde a la sub columna (p), y se obtiene al multiplicar la valoración (v) por la importancia (i). En la última sub columna aparecen tres celdas, con la palabra “valores”, las que se sitúan desde la celda superior al inferior:

- Valor máximo del campo (VMCe): que corresponde con la máxima puntuación que una cantera puede obtener al sumar los valores de la sub columna “p”, y que corresponde, lógicamente, con el caso de una valoración igual a 5 en todos los aspectos susceptibles de evaluación de la columna “v”.
- Valor obtenido del campo (VCe): Se obtiene al sumar los valores de la sub columna (p) para el caso concreto.
- Porcentaje (PCe): es el porcentaje entre lo obtenido en la valoración VCe y lo máximo que se podría haber logrado VMCe.

Para terminar el análisis, se suman los valores de la evaluación de los cinco aspectos analizados, integrándolos en uno solo, donde se indica la situación de cada variable que ha sido evaluada (tabla 2.2).

Tabla 2.2 Recorrido horizontal de la matriz ECA

Variables e Indicadores	VALORACION																				
	c	técnica				M.A				de seguridad				económica				social			
		v(0-5)	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor
Indicador 1																					
Indicador 2																					
Indicador 3				VMCe			VMCe			VMCe			VMCe			VMCe			VMCe		VMC
Indicador 4				VCe			VCe			VCe			VCe			VCe			VCe		VC
Indicador 5				PCe			PCe			PCe			PCe			PCe			PCe		PC

Donde:

- Valor máximo del campo (VMC): se consideran todos los criterios de evaluación. Se suman todos los VMCe en horizontal.
- Valor obtenido del campo (VC): es la suma de los valores obtenidos en todas las valoraciones VCe en la horizontal.
- Relación porcentual entre lo obtenido y lo máximo (PC): es el resultado de dividir VC por VMC.

La tabla 2.2 muestra el recorrido horizontal de la mECA, que permite visualizar las evaluaciones generales de cada variable en función de los resultados de los aspectos evaluados a tener en cuenta, lo cual debe considerarse para el mejoramiento futuro de las mismas.

En la tabla 2.3 se expone de manera vertical la importancia que se atribuye a cada variable analizada para cada uno de los aspectos evaluados (técnico, medioambiental, en seguridad y los económico y sociales), lo cual permite obtener una visión global de toda la explotación.

El recorrido en vertical de la matriz ECA permite un análisis parcial de los criterios de evaluación.

El resultado final (A) corresponde a la suma de todas las puntuaciones finales (p) de los indicadores en cada aspecto.

Tabla 2.3 Recorrido vertical de la matriz

Variables	Valoración técnica				Valoración M.A				Valoración de seguridad				Valoración económica				Valoración social			
	c	v	i	p	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor	v	i	p	valor
Variable 1																				
Variable 2																				
.																				
.																				
.																				
Variable 21																				

La valoración de la mECA se recogió en una tabla general donde se visualizan todas las variables e indicadores según el formato establecido (anexo 4).

En el proceso de cálculo hasta el resultado final de la calificación de cada uno de los aspectos evaluados, se ponderó, en relación con el peso que se desea que tenga dentro del valor global.

Los valores de los ponderadores se otorgan según la importancia o nivel de significación que tenga cada aspecto para el estudio. Con el objetivo de mantener una misma escala de información, todos los pesos asignados a los aspectos se consideraron entre los valores de 10% a 30% (escala que se toma de forma racional, de acuerdo a los intereses del investigador), y se asigna el menor o mayor valor en dependencia de la importancia o nivel de significación que tenga el aspecto en el estudio (figura 2.1).



Figura 2.1 Análisis de la matriz ECA reflejando la importancia de los criterios de evaluación.



El cálculo del índice global mECA, (tabla 2.4) se obtuvo multiplicando la importancia de cada ponderador por el índice específico (ecuación 1). Posteriormente se suman todos los índices globales, obteniendo valores entre 0 % y 100 % para dicho índice mECA. El 100 % corresponde a una explotación que cumple con todos los criterios establecidos en la matriz. Considerando las particularidades de la cantera estudiada, se decide establecer varios rangos para clasificar la explotación de la misma. Estos son:

91 % a 100 % (Excelente),

70 % a 90 % (Muy Bien),

50 % a 69 % (Bien),

21 % a 49 % (Regular) y

0 % a 20 % (Mal).

Ecuación para el cálculo del índice específico

$$\text{Índice Específico} = \frac{\sum p_x}{\sum VMCE_x} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

x : Aspecto que se calcula.

$\sum p_x$: Sumatoria total de la Puntuación del aspecto evaluado.

$\sum VMCE_x$: Sumatoria total del valor máximo de campo correspondiente al aspecto evaluado.

Tabla 2.4 Determinación del Índice mECA

Aspectos	Ponderadores	Índices específicos	Índices globales	
Técnico				
Medioambiental				
Seguridad				
económico				índice mECA
Sociales				



CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO EN LA CANTERA DE ÁRIDOS SAN JOSÉ SUR

Introducción

El objetivo del presente capítulo es realizar el diagnóstico tecnológico de la cantera San José Sur a través de la mECA.

3.1 Aplicación de la mECA en la cantera San José Sur

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

Para lograr que durante la ejecución de los trabajos mineros en una cantera se obtengan los resultados deseados, es necesario que los mismos sean organizados de la forma más correcta y eficaz posible y que además se pueda obtener cierta independencia entre unos y otros.

3.1.1 Selección de las variables e indicadores de la mECA para la cantera San José Sur

La selección de las variables e indicadores se efectuó a través de trabajos conjunto tanto en gabinete como en la cantera San José Sur con los especialistas de la Empresa de Cantera, MICONSA junto con criterios de profesores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM), realizándolo sobre la base de la matriz descrita por Martínez en 2009 pero adaptándola a las condiciones específicas del país y de la cantera objeto de estudio. En este trabajo se tuvo como base el cumplimiento con la legislación minera cubana, las características geológicas y minero-técnicas de la cantera además de la situación socioeconómica del territorio.

A partir de la valoración realizada con los especialistas, se eliminaron algunos indicadores y se adicionaron otras variables con sus respectivos indicadores, quedándose finalmente 21 variables y 165 indicadores que se relacionan de acuerdo al orden de preferencia obtenido por los especialistas.



Las variables e indicadores utilizados para la evaluación de la cantera San José Sur se expone a continuación.

1 Cantera

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

2 Reservas técnicas

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

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

4 Estabilidad del frente

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

5 Estado de las plataformas



- Ancho de la plataforma de trabajo según proyecto
- Limpieza
- Seguridad de las plataformas y taludes

6 Estado de las vías de acceso

- 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 esquema de parque para mantenimiento

7 Acarreo con buldócer

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

8 Red de perforación propuesta

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

9 Carga de los barrenos y voladura

- Cumplimiento del pasaporte de voladura planificado
- Se obtiene la granulometría planificada
- Cumplimiento del índice de consumo planificado
- Tipo de explosivo
- Se controla el uso de los explosivos y los medios de explosión
- Sistema de iniciación utilizado
- Se mide la generación de polvo producida
- Proyecciones fuera de los límites previstos
- Generación de onda aérea

10 Fragmentación secundaria

- Situación de las rocas sobre medidas



- Se realiza fragmentación secundaria planificada
- Método utilizado para la fragmentación secundaria
- Estado técnico del equipamiento utilizado

11 Carga y transporte

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

12 Escombrera

- Ubicación y parámetros técnicos
- Ejecución según proyecto
- Se depositan adecuadamente los materiales

13 Planta de procesamiento

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



- Existen fragmentos de material en los accesos
- 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 del trabajo
- Los transportadores disponen de detectores de metales (los necesarios)
- Los transportadores disponen de sistemas de control de producción. Balanzas (los necesarios)
- Los transportadores se encuentran capotadas
- Los transportadores disponen de seguridad anti atrapamiento
- Los transportadores disponen de protección de las correas de los motores (cubre poleas)
- Los transportadores disponen de protección de los tambores (carenado del tambor de cola)
- 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 del sistema 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 en el 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
- Se emplean agentes químicos como medidas de protección contra el viento
- Altura de caída adecuada



- La carga del material de los acopios se realiza por la cinta transportadora
- Sistema de eliminación o reducción de polvo en la descarga de los silos
- Sistema de lavado de ruedas y de la carga de camiones
- Situación de la planta con respecto a la orografía del terreno
- Señalización adecuada de las instalaciones
- Nivel de mantenimiento de las instalaciones
- Se dispone de arrancador de frecuencia
- Se dispone de instalación de condensadores
- Consumo eléctrico KW/t
- Disponen de sala de cuadros eléctricos
- Estado de la sala de cuadros eléctricos
- Estado de las canalizaciones eléctricas
- Disponen de taller
- Estado del taller
- Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustible y aceites
- Consumo de gasoil
- Existencia de un plan de gestión de residuos asimilables a urbanos (reducción, recogida)
- Autorización de productor de residuos peligrosos
- Dispone de surtidor propio
- Consumo de agua para el lavado de los áridos(se prevé su recirculación)
- Riegos de vías al día (dependiendo de la zona de la cantera)
- Sistema de eliminación de las pistas
- Dispone de sala comedor para los trabajadores
- Dispone la sala de aseo según norma de seguridad e higiene en el trabajo
- Dispone de marcado de los áridos
- Cantidad de productos con marcado
- Disponen de laboratorio de planta
- Dispone de sistema de gestión medioambiental NC ISO 14015
- Dispone de sistema de gestión calidad NC ISO 9001



- Dispone de sistema de la seguridad OHSAS
- Balance de material (aprovechamiento de la planta)
- Venta de material

14 Control de servicios recibidos

- Subcontratación de la perforación y voladura
- Subcontratación de la carga y transporte
- Costo de la perforación y la voladura
- Costo de carga y transporte

15 Empleo

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

16 Accidentes

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

17 Capacitación

- Horas de capacitación profesional
- Horas de capacitación de Seguridad y Salud

18 Inversión

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

19 Transporte

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

20 Incidentes medio ambientales

- Número de incidentes medio ambientales
- Impacto visual

- Nivel de rehabilitación

21 Seguridad minera

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

3.2 Descripción de los aspectos evaluados en la cantera San José Sur

- Aspecto técnico

El laboreo del yacimiento se realiza a través del sistema de explotación por bancos descendiente (Bd), con altura de los bancos que varía entre 6 – 10 m y una profundidad final de la cantera 66 m (figura 3.1).



Figura 3.1. Sistema de explotación por bancos descendiente de la cantera San José Sur.

Considerando fundamentalmente las características físico mecánicas de las rocas en toda el área de la cantera, el arranque se realiza con explosivos. Las labores de perforación son realizadas por un tercero, la Empresa de Servicios Geólogo - Minera (EXPLOMAT), con sus equipos y personal calificado y las labores de voladura por el personal de Canteras. Para la perforación de los taladros se utiliza la carretilla barrenadora Rock 460 PC de la firma Atlas Copco (figura 3.2) con diámetro de perforación de 115 mm y una productividad de 14.5 m/h. Este equipo se encuentra en buenas condiciones tanto para trabajar y el consumo está dentro de los parámetros establecidos, sin embargo es

necesario señalar que presenta un problema en su sistema de frenado. El costo de perforación y voladura es de 2.67 \$/m³ de rajón de voladura.



Figura 3.2. Carretilla barrenadora Rock 460 PC.

Los parámetros de la voladura utilizados en la cantera objeto de estudio se describen a continuación:

- Las sustancias explosivas utilizadas son las emulsiones encartuchadas de Senatel Magnafrac y la emulsión encartuchada de Fortel Tempus y cuando es necesario el Amex para disminuir el costo de las voladuras.
- La cantidad de taladros está en dependencia del volumen que se quiere explotar, siendo el promedio 30 taladros por cada voladura, con una inclinación de 85° y la red de barrenación es de 3 x 3.
- El gasto específico de explosivos es de 0,46 Kg/m³.

Medios utilizados para la iniciación de la voladura:

- Detonadores Exel Handidet (1 por barreno).
- Conector de superficie Exel Conectadet (2 por voladura y 2 de reservas) de 8 - 16 m de longitud y 42 milisegundos de retardo.
- Conector de superficie de 300 m de longitud más 200 m de línea eléctrica para alejarse de la zona de explosión hasta los 500 m.

- Detonadores eléctricos instantáneos (4 por voladuras, 2 en uso y 2 de reserva).

La granulometría obtenida está en correspondencia con el frente en que se ejecutan los trabajos de perforación y voladura; donde hay existencia de fallas, la granulometría es grande (mucho roca sobredimensionada), debido a las intercalaciones de arcillas en las cavernas.

La cantera cuenta con un cargador frontal Liebherr 564 con una capacidad de cuchara de 4 m³ y una excavadora Hitachi de 1,5 m³ de capacidad, utilizada tanto para la carga del material útil como el estéril, mientras que la transportación se realiza con camiones Belaz de 15 m³ y KpAz con una capacidad de 8 m³. Estos equipos (equipos de transporte) tienen aproximadamente 20 años de explotación y presenta un estado técnico regular, ya que los mismos se revisan y se les realiza una reparación cada cierto tiempo según lo requiera. El mantenimiento del equipamiento se realiza con una frecuencia de cada 50 horas de trabajos. Los camiones KpAz presentan muchas dificultades con sus sistemas de frenado.

El parque de máquinas de la cantera está constituido por los siguientes equipos (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Equipos utilizados en la cantera

Equipo	Marca	Capacidad (m ³)	Modelo	Cantidad
Buldócer	Komatsu		D-85	1
	Chetra		T-20	1
Cargador	Liebherr 564	4		1
Camión	Belaz	15	7540	4
	KpAz	8	256B	5
Martillo hidráulico	New Holland	-	245B	1
Pipa para combustibles y para agua	-	-	-	2

La distancia promedio de transportación hacia la planta es de 1,9 Km y hasta la escombrera es de 1,11 Km, esta distancia está en dependencia de la ubicación



del frente desde donde se está trabajando y guarda estrecha relación con el consumo de combustible de los equipos, de 2 L/m³, con un turno de trabajo de 12,5 horas.

La UEB de San José Sur cuenta con tres plantas de procesamiento, planta de procesamiento 203 “Rubén Martínez Villena” (Jamaica) por vía seca, la 206 “Dragón Camoa”, en el cual el procesamiento se realiza por vía húmeda y la 207 II “Mártires del Moncada” (Beneficiadora “Coppelia”).

En la planta de procesamiento de Jamaica (vía seca), la materia prima industrial (rajón de voladura), es transportada desde los frentes de cantera hasta la tolva receptora primaria, en fracciones < 500 mm, éste pasa al alimentador de esteras, de éste al separador de estériles, separando los < 150 mm, el rajón pasa, del separador de estériles al molino primario de mandíbulas, el cual lo tritura hasta fracciones entre 0 hasta 115 mm, en la segunda etapa se emplean trituradores de impacto (remoedor) y cuenta además con dos etapa de clasificación. En el proceso de cribado se utiliza una criba de barrote que separa el estéril del rajón, la clasificación se realiza con cribas vibratorias (zarandas de inercia). La clasificación se produce por medio de paños metálicos de diferentes medidas > 33 mm - 19 mm, 11 mm y 6 mm, clasificando las fracciones en cuatro surtidos de producción terminada (Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Tipos de surtidos (Tomado del proyecto de procesamiento, planta de procesamiento 203 “Rubén Martínez Villena”, 2016)

Surtido	Volúmenes de producción anual	% de producción
Macadam	24 871 m ³	20%
Granito	37 307 m ³	30%
Gravilla	29 845 m ³	24%
Polvo	32 332 m ³	26%

La productividad de esta instalación es de 35 m³/h y diariamente entre 350 – 400 m³ variando según las condiciones climáticas, condiciones del frente donde se están extrayendo el material.



La planta del Dragón Camoa usa el mismo principio de funcionamiento con la diferencia de que ella cuenta con una etapa de clasificación y el procesamiento del material es por vía húmeda, obteniéndose dos surtidos de material terminado, la Gravilla y Arena. Se prevé la incorporación de un surtido de Granito en el último semestre del año 2017.

La planta 207 II “Mártires del Moncada” (Beneficiadora “Coppelia”) tiene como objetivo beneficiar el mineral estéril separado en la Planta Dragón Camoa y Jamaica para la producción de áridos para las construcciones. Cuenta con una instalación tecnológica que facilita la obtención de fracciones de áridos necesarios para la elaboración de hormigones hidráulicos y producción de materiales de construcción.

Esta instalación tiene una capacidad de 23 Ton/h (15 m³/h), con una producción anual de 51 600 m³. Los surtidos obtenidos son la gravilla con un total de 19 800 m³ (38%) y la arena artificial integral, con 31 800 m³ (62%). Durante el tiempo de la realización del presente trabajo, esta planta estaba paralizada, debido a que se decidió ubicarla a una distancia más cercana de las otras dos, debido al elevado consumo incurrido durante el traslado del material que se aprovecha.

En el proceso productivo, los portadores energéticos y materiales se comportan con los indicadores siguientes:

. Energía eléctrica	5.80 kWh/m ³
. Diésel arena	2.200 L/m ³
. Diésel piedra	2.141 L/m ³
. Grasas	0.007 kg/m ³
. Lubricantes	0.06 L/m ³
. Agua industrial	3,3 L / m ³
. Floculante	3,5 g/L

A continuación se ofrecen los principales indicadores técnicos – económicos de las plantas (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Principales indicadores técnicos – económicos de las plantas

Indicador	PLANTAS DE PRODUCCIÓN		
	203 “Rubén Martínez Villena”	206 “Dragón Camoá”	207 II “Mártires del Moncada”
Capacidad anual de la Planta	261,0 Mm ³	124,3 Mm ³	51,6 Mm ³ .
Costo total (\$)	511427,29	1884327,17	384115,96
total mineral procesado (m ³)	47658,00	89201,00	30008,00
costo unitario (\$/m ³)	10,73	21,12	12,80

Las plantas trabajan 12.5 horas diarias con un periodo de reparación total cada seis meses y cuenta con mantenimiento frecuente. La cantera tiene instalado un transformador de 1000 kVA, las líneas de voltajes de operación con que dispone son de 440 Volt, y se cuenta además con un taller de mantenimiento automotor e industrial, que brinda servicios de mantenimiento y reparaciones ligeras, tanto a los equipos tecnológicos como los no tecnológicos. De forma general, el equipamiento de las plantas de tratamiento mantiene un estado técnico bueno (Figuras 3.3 y 3.4).



Figura 3.3. Planta de producción 203 “Rubén Martínez Villena” (Jamaica).



Figura 3.4. Planta de producción 206, “Dragón Camoa”.

- Aspecto medioambiental

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

La cantera está ubicada en una ladera, lo que da una visibilidad excesiva, presentando un impacto visual grande, porque llega a ser vistas desde la población y vías de comunicación importantes, como la autopista nacional. Otro aspecto de interés es el correspondiente al nivel de restauración existente en la cantera. Se han realizado un estudio de la rehabilitación de la cantera una vez finalizada la actividad extractiva.

Otros de los impactos al medio ambiente observados son: los cambios morfológicos del lugar debido a los movimientos de tierra, compactación de los suelos originado por el movimiento de las maquinarias pesadas, incremento de la contaminación sonora por empleo de voladuras, contaminación atmosférica debido al aumento de las emisiones de gases y polvo, alteraciones al hábitat de la fauna y afectaciones a la vegetación y los incremento en los cambios morfológicos del relieve (modificación del paisaje) en la medida que se abren nuevos frentes ampliando el área de explotación.

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

Se constató también que hay un aumento de la fauna, de las diez especies que existían, ya se han inventariado ocho, pues estas habían emigrado (zonzún, tomeguín, Azulejo, Pitirre, Sinsonte, jutía, Maja de Santa María y otros).

En lo referente al ruido y al polvo, en las etapas de arranque, carga y transporte, el impacto se evalúa de grande, debido al no riego de los caminos (polvo), mientras que el ruido y el polvo generado en las plantas se evalúan de grande y regular respectivamente, este último influenciado principalmente por la presencia del procesamiento húmeda.

En la cantera se realiza el montaje de una instalación para el tratamiento de los residuales del beneficio húmedo (Lodos) con vistas a erradicar los focos contaminantes que resultan por el envío de la hidromasa hasta los diques para lodos por un canal de más de 2,0 Km y contempla a un plan de acción para la mitigación del negativo impacto medioambiental que se produce al explotar las canteras de áridos (Figura 3.5).

En la UEB de San José Sur se producen residuos asimilables a urbanos, procedentes de los comedores, oficinas, etc., y residuos derivados de la maquinaria: aceites, filtros, etc.

Los residuales sólidos (5 – 7% de humedad) se aprovecharan para fabricar bloques utilizados para la construcción.



Figura 3.5. Planta de tratamiento de residuos.



- Valoración de la seguridad del trabajo

En cuanto a la valoración de seguridad de la cantera, la empresa de canteras tiene como misión principal asegurar la salud y seguridad del recurso humano, implementando las medidas dirigidas a la satisfacción y mejoramiento de las condiciones de vida y de trabajo de los trabajadores, cumplimentando los requerimientos legales establecidos. La cantera cuenta con un proyecto de seguridad minera el cual está basado en las disposiciones legales vigentes en el país: Ley 116 del 20 de diciembre del año 2013 (Código del Trabajo), Decreto 326 del 12 de junio del año 2014 (Reglamento del Código del Trabajo) y la Resolución 158 del 16 de junio del año 2014 (Reglamento de Seguridad Minera).

A pesar de que no existen sistemas de señalización en las vías de circulación dentro de la explotación, no se registran accidentes en la cantera, con solo dos incidentes sucedido en un periodo de tres años.

En las plantas de procesamiento el estado de las instalaciones se evalúa de bien. Cuenta con sistema de control que se auto dispara cuando sobrepasa el peso permitido, también tienen imanes y detectores de metales (Figuras 3.6 a y b). En cuanto a la utilización de medios de protección, los trabajadores no cuentan con todo lo necesario (tapones, mascarillas y espejuelo), pero todos los años la empresa dispone de presupuesto para la compra de estos y chequeo médico a sus trabajadores.

Desde el punto de vista de higiene del trabajo, se ha evaluado el estado de las instalaciones de trabajo y el comedor, los cuales están equipadas con aire acondicionado.

Las instalaciones eléctricas cuentan con protecciones colocadas según las necesidades.



a)

b)

Figura 3.6. a) Sistema de seguridad en la planta de Dragón, transportador secundario; b) Sistema de seguridad en la planta Dragón en el transportador terciario.

- Valoración económica

La producción anual de la cantera es de 333,612 m³/año y cuenta con una inversión en la planta de Dragón, se montó una instalación para tratamiento de los residuales. El costo de la inversión en la planta es de 2 274 322.09 dólares. Las canteras en el país son financiadas con el presupuesto del estado, San José Sur se destaca en este aspecto porque tendrá una inversión de capital extranjero (inversión en la planta de tratamiento de los residuales).

- Valoración social

La UEB de San José Sur tiene un total de 143 trabajadores, de los cuales el 61 % están vinculada directamente a la producción y un 39 % asignables indirectamente. Una valoración positiva de los impactos está asociada al incremento del nivel de empleo, mejoramiento de la red de transporte y el aprovechamiento de los estériles para el desarrollo de obras de infraestructuras de los proyectos comunitarios en los asentamientos cercanos a la explotación. En cuanto al total de accidentes mortales y leves, no se han registrado ninguno. Cuenta con 2 jornadas de trabajo, es decir, turnos alternos y el índice de ausentismo de 0.6, derivado de un certificado médico.

3.3 Cálculo de la mECA para la cantera San José Sur

El cálculo de la mECA se realizó según la secuencia como explicado en el capítulo II y con los datos obtenidos en el campo y la cantera y se realiza la

evaluación basándose en la tabla de criterio de evaluación (anexo 5) y la matriz completa y evaluada se recogen en el Anexo 4 (tabla de la Matriz de evaluación de cantera de áridos de San José Sur).

En la tabla 3.4 se presenta el resultado del recorrido vertical de todas las variables, el cual corresponde a la suma de todas las puntuaciones finales (p) de los indicadores de cada variable. Estos resultados permitieron, tanto la obtención de una visión global de toda la explotación así como el análisis parcial de los aspectos evaluados.

Tabla 3.4. Resultado del recorrido vertical de las variables

Variables	Aspectos				
	técnico	Medioambiental	Seguridad	Económico	Social
Variable 1					
Variable 2					
	195	79	203	66	14

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

Calculo de índice específico técnico.

$$\text{Índice Especifico} = \frac{\sum P_{\text{tecnico}}}{\sum VMCE_{\text{tecnico}}} \times 100$$

$$\text{Índice Especifico} = \frac{195}{246} \times 100 = 79\%$$

Calculo de índice específico medio ambiental.

$$\text{Índice Especifico} = \frac{\sum P_{M.A}}{\sum VMCE_{M.A}} \times 100$$

$$\text{Índice Especifico} = \frac{79}{126} \times 100 = 63\%$$

Calculo de índice específico de seguridad.

$$\text{Índice Especifico} = \frac{\sum P_{\text{Seg}}}{\sum VMCE_{\text{Seg}}} \times 100$$

$$\text{Indice Especifico} = \frac{203}{272.75} \times 100 = 74\%$$

Calculo de índice específico económico.

$$\text{Indice Especifico} = \frac{\sum P_{\text{Economico}}}{\sum VMCE_{\text{Economico}}} \times 100$$

$$\text{Indice Especifico} = \frac{66.4}{82.5} \times 100 = 80\%$$

Calculo de índice específico de aspectos sociales.

$$\text{Indice Especifico} = \frac{\sum P_{\text{Social}}}{\sum VMCE_{\text{Social}}} \times 100 = \frac{14.6}{19} \times 100 = 76\%$$

Los pesos asignados a los aspectos que integran los criterios fueron considerados entre los valores de 10 y 30 (escala que se tomó de forma racional, de acuerdo a los intereses del investigador y sugeridos por los especialistas), otorgándose el menor o mayor valor en dependencia de la importancia o nivel de significación.

Los ponderadores elegidos para cada aspecto se muestran en la figura 3.7.

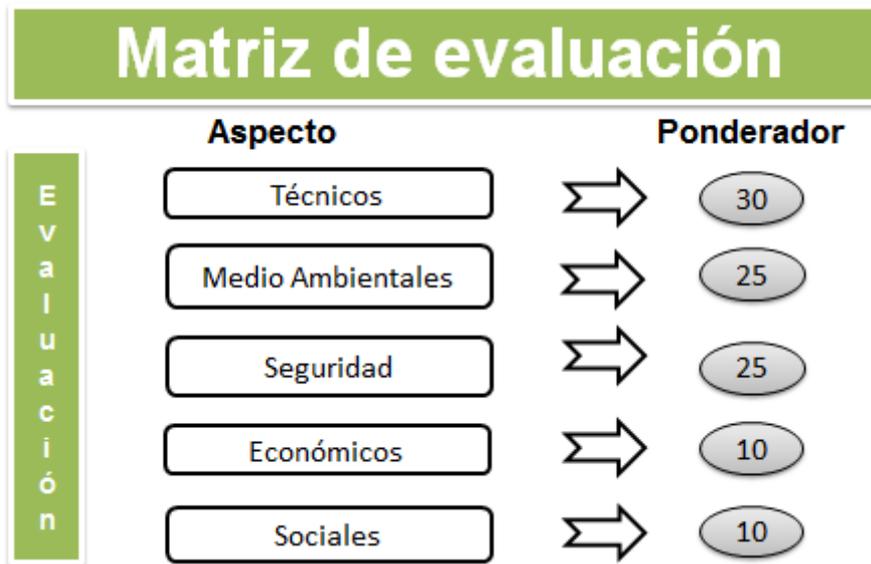


Figura 3.7 Importancia de los aspectos de evaluación a partir del análisis de la mECA.

La tabla 3.5 muestra el resultado final (índice mECA) para la cantera evaluada, al aplicar los valores ponderados que se exponen en la figura 3.7 para cada uno de los aspectos evaluados. También se muestran los índices específicos e índices globales obtenidos.

Tabla 3.5. Resultados de la cantera evaluada



aspectos	ponderadores	índice específico	índice global	
Técnico	30%	79%	23.74%	
Medio Ambiental	25%	63%	15.60%	
Seguridad	25%	74%	18.58%	
Económico	10%	80%	8.05%	índice mECA
Sociales	10%	76%	7.68%	73%

El valor del índice mECA, permite aproximarse a la realidad de la situación global de la cantera analizada. Este índice se evalúa entre 0-100%; siendo el 100% para aquel que cumple con todos los aspectos.

El resultado obtenido para el caso de estudio es de 73%, el cual otorga a la cantera una evaluación de MUY BIEN.



CONCLUSIONES

A través de las consultas a especialistas y visitas realizadas a la cantera se seleccionaron 21 variables y 165 indicadores para la mECA.

La aplicación de la mECA en la unidad empresarial básica (UEB) de San José Sur proporcionó los siguientes resultados:

- El valor obtenido en el aspecto técnico es de 79 % el cual evidencia el buen estado técnico de las plantas de procesamiento, aunque los equipos de transporte presentan un estado técnico regular.
- En el aspecto medioambiental se obtuvo un valor de 63 %, fundamentado por la instalación de la planta de tratamiento de los residuales del beneficio húmedo (lodos), que erradica los focos contaminantes que resultan por el envío de la hidromasa a los diques para lodos.
- La poca existencia de peligros en zonas de presencia de trabajadores, la buena señalización en las instalaciones y buen uso de los elementos de protección personal (EPP) son acciones que sobresalen, evaluando la valoración de seguridad con 74 %.
- El resultado en la valoración económica es de 80 % influenciando en este resultado el cumplimiento con los gastos y la inversión de la planta de tratamiento de residuos sólidos.
- La cantera tiene un impacto positivo en la comunidad local, generando empleo. El aspecto social se valoró con 76%.
- El diagnóstico tecnológico realizado en la cantera de áridos San José Sur permitió evaluar de forma integral su actividad y obtener el valor final del índice mECA de 73 %, que otorga la calificación de su desempeño de MUY BIEN.



RECOMENDACIÓN

Perfeccionar la herramienta de diagnóstico integral para su aplicación en otros sectores de la minería a cielo abierto y subterráneo.



BIBLIOGRAFÍA

1. Ahmed y Rafiq (1998). Integrated benchmarking: a holistic examination of select techniques for benchmarking analysis. *Benchmarking for Quality Management and Technology*. 5 (3): 225-242.
2. Appelgren, J. (2008). En un estándar industrial. *Mining & Construction*. 2: 24-25.
3. Árido 2013 panorama. [en línea] [Consultado: 2017-04-27]. Disponible en http://www.igme.es/PanoramaMinero/Historico/2013/ARIDOS_13.pdf
4. Ávila Ricardo et al, (2016) plan anual de minería de 2017 del yacimiento San José Sur.
5. Barbachi et al. (2017). Physical characterization of sea shell for a concrete formulation. *Journal of materials and Environmental Sciences*. 8(1): 332-337.
6. Batista, E. R. (2009). "El Diagnóstico técnico por análisis de tendencia, técnica para evaluar el estado de condición de un equipo. Aplicación a un grupo electrógeno." *Ciencias Holguín vol. XV*.
7. Ceproniquel (2016) proyecto de actualización del yacimiento no metálico San José Sur.
8. Chacón, L. M. (2015). Diagnóstico tecnológico de la cantera de materiales para la construcción Yarayabo de la Provincia de Santiago de Cuba. Departamento de Minas. Moa: 76h.
9. Danielsen y Kuznetsova (2015). Environmental Impact and Sustainability in Aggregate Production and Use. In Lollino G., Manconi A., Guzzetti F., Culshaw M., Bobrowsky P., Luino F. (Eds), *Engineering Geology for Society and Territory* (Volume 5): Springer, Cham.
10. Dello y El Kharim (2013). Rockfall hazard in an old abandoned aggregate quarry in the city of Tetouan, Morocco. *International Journal of Geoscience*. 4: 1228-1232.
11. El sector de los áridos: líder mundial en suministro de recursos naturales. [en línea] [Consultado: 2017-03-29]. Disponible en <http://www.aridos.org/el-sector-de-los-aridos-lider-mundial-en-suministro-de-recursos-naturales/>



12. Farhana et al. (2013). A study on utilization aspects of stone chips as an aggregate replacement in concrete in Indian context. *International Journal of Engineering Trends and Technology*. 4(8): 3500-3505.
13. GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CUBA NO 3 Con Fecha 23/01/95 Ley 76. Ley De Minas.
14. GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CUBA NO 7, De Fecha 11/07/1997. Ley 81 De "Medio Ambiente".
15. Ganiron, T.U. (2015). Recycling concrete debris from construction and demolition waste. *International Journal and Advance Science and Technology*. 77: 7-24.
16. Garzón Gaitán, C.A. (1990). Auditorías tecnológicas. Ingeniería e investigación 50. Gestión tecnológica en la empresa, Colombia.
17. Garzón-Gaitán, C.A. (2002). Auditorías tecnológicas. *Ingeniería e investigación*. 50: 30-35.
18. Gonçalves, C. J. N. (2015). Diagnóstico tecnologico de cantera de árido los caliches de la provincia de Holguin. Departamento de minas. Moa, ISMM. 83h.
19. González, H. C. (2009). Evaluación de alternativas para la producción de áridos a pequeña escala. Departamento de ingeniería civil. Santa Clara, Cuba, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.152.
20. Hernández-Jatib, N., et al (2014). "Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción La Inagua, Guantánamo, Cuba." Luna Azul **38**.
21. Informe sobre las Explotaciones del Sector de los Áridos en 2014. [en línea] [Consultado: 2017-04-27]. Disponible en <http://www.fueyoeditores.com/articulos-tecnicos-5/729-informe-sobre-las-explotaciones-del-sector-de-los-aridos-en-2014>
22. Ismail, S., Hoe, K.W., and Ramli, M. (2013). Sustainable aggregates: The potential and challenge for natural resources conservation. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*. 101(8): 100-109.
23. Lad, y Samant, (2014). Environmental and social impacts of stone quarrying- A case study of Kolhapur District. *International Journal of Current Research*, 6(3): 5664-5669.



24. Lipardi, G. (2016). Diagnóstico tecnológico de la cantera de materiales para la construcción Los Guaos de la provincia Santiago de Cuba. Departamento de minas. Moa, ISMM. 73h.
25. Los áridos y los minerales industriales. [en línea] [Consultado: 2017-04-13]. Disponible en <http://www.revistavial.com/index.php/publicaciones/2015/vial-102/item/2679-los-aridos-y-los-minerales-industriales>
26. Los minerales industriales. [en línea] [Consultado: 2017-05-18]. Disponible en http://ocw.usal.es/ciencias-experimentales/rocas-industriales/contenidos/minerales_industriales_cyl.pdf
27. Marrugo Pino, J. *Análisis tecnológico (Diagnóstico tecnológico): herramienta de toma de decisiones y gestión del conocimiento*. Colombia, 2008. [en línea]. [Consultado: 2017-04-07]. Disponible en http://www.ing.unal.edu.co/eventos/gestec_innovacion/img/presentacion_es/auditorio1/ponencias/3_pinojesus.pdf
28. Martínez-Segura, M. A. (2009). Diagnóstico tecnológico del sector de los áridos y su aplicación a la región de Murcia. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena. 313 Pp. [En línea]. [Consultado: 2017-03-27] Disponible en: <http://repositorio.upct.es>.
29. Milián, E. (2012). Evaluación minero ambiental del yacimiento polimetálico, Santa Lucía de Pinar del Río, Cuba. *Revista Geología Minería*. 28(3): 68-75.
30. Montero Matos, et al. (2016). "Procedimiento para el cierre de canteras de materiales para construcción en Cuba." Minería y Geología vol. 32.
31. Montes de Oca-Risco, A, et al. (2013). "Recuperación de áreas dañadas por la minería en la Cantera Los Guaos, Santiago de Cuba, Cuba." Luna Azul No. 37.
32. Ruiz et al. (2015). Environmental assessment of the mineral extraction and non-renewable energy due to dense graded hot mix and warm mix asphalts processes. *Chemical Engineering Transactions*, 43: 2197-2202
33. Sector de fabricantes de material es de construcción en la comunidad de Madrid: análisis y perspectivas. [en línea] [Consultado: 2017-04-19]. Disponible en



<http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename%3DInformeMaterialesConstrucion.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1352892460340&ssbinary=true>.

34. 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.
35. Sulymon, et al. (2017). Engineering properties of concrete made from gravels obtained in Southwestern Nigeria. *Cogent Engineering*. 4: 1-11.
36. Trigueros, E. (2006). “Estudio de los parámetros de viabilidad de las canteras subterráneas de mármol”. Fabricación de Áridos en la Región de Murcia. Estrategias y Desarrollo. Jornada Técnica, Murcia 22 de Febrero de 2006. [En línea] [Consultado 2017-03-15] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10317/1971>.
37. Víctor (2015). Diagnóstico tecnológico de la cantera de áridos El Pilón de la provincia Holguín. Departamento de minas. Moa, ISMM. 86h.
38. Zongjin L. (2014): Lecture note on Construction materials – Aggregate. [en línea] [Consultado: 2017-04-06] disponible en <http://www.readbag.com/teaching-ust-hk-civl111-chapter3>.



ANEXO

Anexo 1. Cantera San José Sur



Cantera: San José Sur

Coordenadas, sistema Lambert (X; Y)
(378680.06-379571.14; 349906.06-351020.94)

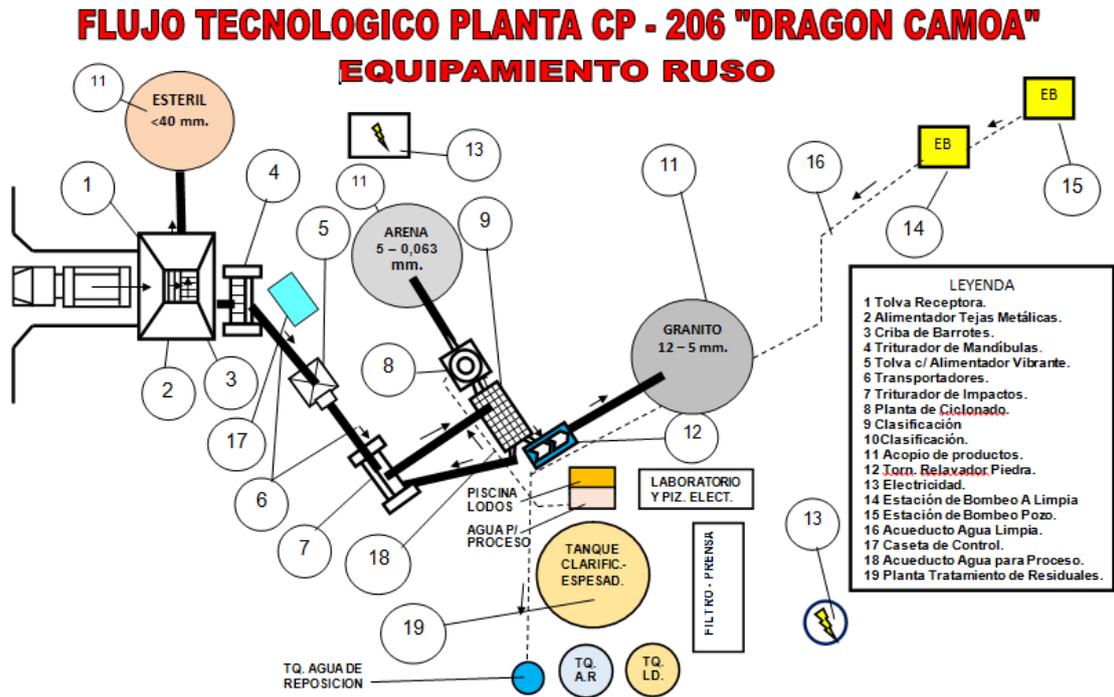
Material explotado: Caliza y caliza dolomíticas

Productos

- Macadam
- Gravilla
- Granito
- Arena
- Polvo piedra

Producción anual: 333,612 m³/año

Anexo 2. Esquema de la planta de procesamiento 206 “Dragon Camoa”



Anexo 3 Equipamientos existentes en la cantera



a) Buldócer



b) Martillo Hidráulico



c) Cargador Frontal



d) Camión Kraz



Anexo 4. Matriz de evaluación de cantera de áridos de San José Sur

Variables /indicadores	ASPECTOS/ VALORACION TECNICA					VALORACION MEDIO-AMBIENTAL					VALORACION DE SEGURIDAD					VALORACION ECONOMICA					VALORACION SOCIALES				
	c	v(0-5)	l (%)	p	valor	v(0-5)	l (%)	p	valor	v(0-5)	l (%)	p	valor	v(0-5)	l (%)	p	valor	v(0-5)	l (%)	p	valor				
CANTERA																									
Posee concesión minera aprobada	Si	5	100	5		5	40	2		0	0	0		5	100	5				0					
Posee informe geológico aprobado y actualizado	Si	5	100	5		5	30	1.5		0	40	0		5	100	5				0					
Posee proyecto minero aprobado y actualizado	en proceso	3	100	3		3	100	3		3	80	2.4		4	100	4				0					
Cumplimiento del proyecto minero	no	3	90	2.7		3	50	1.5		0	0	0		4	100	4				0					
Explotación del yacimiento según el proyecto minero	si	3	90	2.7		3	60	1.8		4	40	1.6		4	90	3.6				0					
Cumplimiento del plan anual de minería	Si	3	100	3				0		0	0	0		3	90	2.7				0					
Posee plano topográfico actualizado del yacimiento	Si	5	100	5				0		0	0	0			0	0				0					
Sistema de explotación	Bd	3	50	1.5		2	20	0.4		2	100	2			0	0				0					
Estado técnico del drenaje	Bueno	4	80	3.2				0		4	100	4			0	0				0					
Calidad en los frentes de trabajo	bueno	4	100	4	48			0	15	4	100	4	24.5		0	0	29			0	0	116.5			
Altura total de los frentes	66	0	20	0	36			0	10		0	15.2		0	0	24				0	0	85.7			
Altura de los bancos	6-10 m	3	30	0.9	75%			0	68%	4	30	0	62%		0	0	84%			0	-	74%			



Anexo 4 (continuación) matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

RESERVAS TECNICAS																						
Existencia de las reservas técnicas planificadas	en proceso	3	40	1.2			0	0			0	0			0	0			0	0		
Existe secuencia de preparación de reservas	si	3	50	1.5			0	0			0	0			0	0			0	0		
Reflejo en el plano topográfico de las reservas técnicas	si		0	0	12		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	12
Estado de las reservas	Regular	3	90	2.7	8.4		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	8.4
Control de las reservas técnicas del yacimiento	si	5	60	3	70%		0	0	-		0	0	-		0	0	-		0	-	70%	
LIMITES DE CONCENCIÓN MINERA																						
Están monumentados y señalizados los vértices de la concesión	si	5	30	1.5	5.5	5	50	2.5	5.5		0	0	0		0	0			0	0	11	
Posee vértices de explotación según resolución de la ONRM	si	5	80	4	5.5	5	60	3	5.5		0	0	0		0	0			0	0	11	
Mantenimiento anual de los vértices	si		0	0	-		0	0	-		0	0	-		0	0	-		0	-	100%	
ESTABILIDAD DEL FRENTE																						
Grado de fracturación del frente	fracturado	3	0	0		0	0	0		3	80	2.4			0	0			0	0		
Saneamiento del frente	si	4	0	0		0	0	0		5	70	3.5			0	0			0	0		
Frente invertido	no		0	0			0	0		5	80	4			0	0			0	0		
Presencia de cuñas	si	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	100	0	21.5		0	0	0		0	0	0	23



Anexo 4 (continuación) matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

Situación de fallas	Regular		0	0	0			0	0			0	9.9		0	0	0			0	0	9.9		
Presencia de fallas	si	0	30	0	0%	0	0	0	-	0	100	0	46%		0	0	-		0	0	-	43%		
ESTADO DE LAS PLATAFORMAS																								
Ancho de trabajo según proyecto	si	5	60	3	6.5			0	0	0	5	90	4.5	13.5		0	0	0		0	0	0	20	
Seguridad de las plataformas y taludes	seguro	4	50	2	5.8			0	0	0	4	100	4	11.7		0	0	0		0	0	0	17.5	
Limpieza	buena	4	20	0.8	89%			0	0	-	4	80	3.2	87%		0	0	-		0	0	-	88%	
ESTADO DE LAS VIAS																								
Ancho de las vías según proyecto	10 m	5	40	2			5	0	0		5	100	5			0						0		
Realización del mantenimiento planificado	si			0				0	0		3	20	0.6			0						0		
Asfaltado de las pistas y accesos	no	0	60	0			0	40	0		0	80	0			0						0		
Existencia de esquema de parque para mantenimiento	si			0				0	0		2	30	0.6			0						0		
Pendiente	adecuado	3	40	1.2	7	3	0	0	2	4	100	4	26.5			0	0				0	0	35.5	
Disposición de sistema anti caídas	si		0	0	3.2			0	0	0	3	100	3	13.2			0	0				0	0	16.4
Disposición de sistema de señalización en canteras	no		0	0	46%	0	0	0	0%	0	100	0	50%			0	-				0	-	46%	
PERFORACION																								
Cumplimiento del pasaporte	si	4	100	4			4	40	1.6		0	0	0		4	100	4				0	0		



Anexo 4 (continuación) matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

de perforación																						
Equipos cumplen con productividades planificadas	si	5	100	5			0	0		0	0	0			0	0			0	0		
Poseen captadores de polvo	no		0	0		0	100	0		0	60	0			0	0			0	0		
Los operarios poseen los medios de seguridad requeridos	si		0	0	18	5	0	0	7	4	100	4	8		0	0	5		0	0	0	38
Diámetro de perforación	85 - 115 mm	3	60	1.8	16		0	0	1.6	0	0	0	4		0	0	4		0	0	0	25.4
Control de la perforación ejecutada en el yacimiento	si	5	100	5	88%		0	0	23%		0	0	50%		0	0	80%		0	0	-	67%
CARGA Y VOLADURA																						
Cumplimiento del pasaporte de voladura	si	5	60	3			0	0			0	0			0	0			0	0		
Obtención de granulometría planificada	bueno	4	40	1.6			0	0			0	0			0	0			0	0		
Cumplimiento del índice de consumo planificado	si	4	80	3.2			0	0			0	0		4	100	4			0	0		
Tipo de explosivo	Sen. Mag, Fortel y Amex		0	0			0	0			0	0			0	0			0	0		
Sistema de iniciación utilizado	Det. No elec	5	30	1.5			0	0		5	50	2.5			0	0			0	0		
Generación de polvo	poco		0	0	11	4	40	1.6	4	4	30	1.2	10		0	0	5		0	0	0	29.5
Proyecciones fuera de los límites previstos	no		0	0	9.3		0	0	2.8	5	80	4	8.9		0	0	4		0	0	0	25
Generación de onda aérea	si		0	0	89%	3	40	1.2	70%	3	40	1.2	89%		0	0	80%		0	0	-	85%



Anexo 4 (continuación) matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

FRAGMENTACION SECUNDARIA																					
Situación de las rocas sobredimensionadas	8-10 %	4	40	1.6		0	0	0			0				0				0		
Se realiza fragmentación secundario planificada	si	4	60	2.4	9.5	5	20	1	1	0	0	0	0		0	0	0		0	0	10.5
Equipo utilizado	M.H		0	0	7.6		0	0	1	0	0	0	0		0	0			0	0	8.6
Estado técnico del equipo	bueno	4	90	3.6	80%		0	0	100%	0	0	0	-		0	-			0	-	82%
ACARREO CON BULDOCER																					
Cumplimiento con el plan de acarreo mensual	si	5	100	5	9.5	0	0	0	0	0	0	0	0		0	4			0	0	13.5
Estado técnico del equipo	bueno	3	90	2.7	7.7	0	0	0	0	0	0	0	0		0	4			0	0	11.7
Cumplimiento con el índice de consumo de diésel	si		0	0	81%	0	0	0	-	0	0	0	-	5	80	4	100%		0	-	87%
CARGA Y TRANSPORTE																					
Sistema de carga y transporte	cargad or-camión	0	0	0		0	0	0		0	0	0			0				0		
Estado técnico de los equipos	bueno	4	90	3.6			0	0		3	70	0			0				0		
Correspondencia de equipo de carga con medios de transporte	si	5	80	4		0	0	0		0	0	0			0				0		
Distancia del frente a la tolva del primario	1.5-2 Km	0	0	0		0	0	0		0	0	0			0				0		
Cumplimiento del índice de consumo de diésel	si	5	40	2		0	0	0		0	0	0		5	100	5			0		



Anexo 4 (continuación) matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

Equipos cumplen productividades planificadas	si	4	100	4	16	0	0	0	5	0	0	0	5.5			0	5			0	0	31
Sistema de apantallamiento natural o artificial	si	0	0	0	14	3	80	2.4	3.4	3	40	0	0			0	5			0	0	22
Circulación a través de población	no	0	0	0	88%	5	20	1	68%	0	0	0	0%			0	100%			0	-	71%
ESCOBRERA																						
Ubicación adecuada según parámetros técnicos	si	5	20	1	1	5	40	2	5	5	80	4	11			0	0			0	0	17
Ejecución según proyecto	si		0	0	1	5	60	3	5	5	80	4	10.4			0	0			0	0	16.4
Se depositan adecuadamente los materiales	si		0	0	-		0	0	-	4	60	2.4	95%			0	-			0	-	96%
PLANTA DE PROCESAMIENTO																						
Cumplimiento del proyecto de procesamiento	si	4	100	4		5	100	5		5	100	5		4	100	4				0		
Cumplimiento del plan de producción	regular	3	100	3			0	0		0	0	0		4	100	4				0		
Existencia del proyecto de procesamiento actualizado y aprobado	si	5	100	5		5	40	2		0	0	0				0				0		
Esquema de planta	1+0+1		0	0			0	0		0	0	0				0				0		
Adecuado flujos tecnológicos	si	5	80	4			0	0		0	0	0				0				0		
Acopios próximos a la tolva primaria	diario	0	10	0			0	0		0	0	0				0				0		
Equipos cumplen con el plan de proyecto	si	3	100	3			0	0		0	0	0			0	0				0		
Sistema de apantallamiento	50%		0	0			0	0		3	30	0.9			0	0				0		



Anexo 4 (continuación) matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

superficial o natural (efectividad)																				
Señalización adecuada de las instalaciones	100%		0	0			0	0		5	100	5			0	0				0
Dispone de sistema de control de la producción	100%	5	60	3			0	0		0	0	0			0	0				0
Grado de automatismo	100%	5	80	4			0	0			0	0			0	0				0
Cerramiento de la tolva de alimentación de la machacadora	si		0	0		2	70	1.4		5	90	4.5			0	0				0
La tolva de alimentación dispone sistemas de reducción de los niveles sonoro	no		0	0		0	90	0			0	0			0	0				0
Sistema de eliminación de polvo	no		0	0		0	100	0			0	0			0	0				0
La tolva dispone de barrera no franqueable	si		0	0			0	0		3	100	3			0	0				0
La tolva dispone de sistema de amortiguación	si		0	0			0	0		4	60	2.4			0	0				0
Existen fragmentos de material en los accesos	no		0	0			0	0		5	20	1			0	0				0
Dispone de caseta de control e operaciones del primario	si	5	80	4			0	0		5	50	2.5			0	0				0
Dispone de los medios para control de descarga	si	5	40	2			0	0		5	50	2.5			0	0				0
Dispone de medios para controlar el funcionamiento de los molinos	si	5	70	3.5			0	0		5	40	2			0	0				0
La caseta cumple con las	si		0	0			0	0		5	100	5			0	0				0



Anexo 4 (continuación) matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

condiciones de seguridad e higiene del trabajo																				
Los transportadores disponen de detectores de metales (los necesarios)	20%	2	40	0.8			0	0			0	0			0	0				0
Los transportadores disponen de sistemas de control de producción. Balanzas (los necesarios)	100%	5	60	3			0	0			0	0			0	0				0
Los transportadores se encuentran capotadas	0%		0	0			0	0		0	80	0			0	0				0
Los transportadores disponen de seguridad anti atrapamiento	0%		0	0			0	0		0	40	0			0	0				0
Los transportadores disponen de protección de las correas de los motores(cubre poleas)	80%		0	0			0	0		4	100	4			0	0				0
Los transportadores disponen de protección de los tambores(carenado del tambor de cola)	70%		0	0			0	0		3	70	2.1			0	0				0
Los transportadores disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista	100%		0	0			0	0		5	100	5			0	0				0
Los tambores de cola están a una altura adecuada	100%		0	0			0	0		4	100	4			0	0				0
Cerramiento de los equipos de trituración	100%		0	0		5	80	4		5	100	5			0	0				0
Cerramientos de los equipos de molienda	100%		0	0		5	80	4		5	100	5			0	0				0
Cerramiento de los equipos	100%		0	0		5	80	4		5	100	5			0	0				0



Anexo 4 (continuación) matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

de clasificación																				
Dispone de caseta de control de operaciones en la zona de clasificación	Si	5	30	1.5			0	0		5	40	2			0	0				0
Dispone de medios audiovisuales para controlar la descarga	si	4	20	0.8			0	0		5	20	1			0	0				0
Dispone de control remoto del funcionamiento de los molinos	si	5	30	1.5			0	0		5	20	1			0	0				0
La caseta cumplen con las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo	si		0	0			0	0		5	100	5			0	0				0
Dispone de sistema que reduzca el ruido en la alimentación y descarga de los equipos de trituración	0%		0	0			0	85	0	0	100	0			0	0				0
Dispone de sistema que reduzca el polvo en la alimentación y descarga de los equipos de trituración	0%		0	0			0	100	0	0	100	0			0	0				0
Cerramientos de los acopios	0%		0	0			0	40	0		0	0			0	0				0
Acopios disponen de protección contra el viento	0%		0	0			0	30	0		0	50	0		0	0				0
Se empleen agentes químicos como medidas de protección contra el viento	no		0	0			2	20	0.4		0	0			0	0				0
Altura de caída adecuada	si		0	0			0	0		4	50	2			0	0				0
La carga del material de los acopios se realiza por la cinta	0%	0	20	0			0	0	0		0	30	0		0	0				0



Anexo 4 (continuación) matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

transportadora																				
Sistema de eliminación o reducción de polvo en la descarga de los silos	100%		0	0			0	0		5	100	5			0	0				0
Sistema de lavado de ruedas y de la carga de camiones	si	5	50	2.5			0	0		5	30	1.5		5	60	3				0
Disponen de circuito exclusivo para el lavado de ruedas	si		0	0			0	0		5	70	3.5			0	0				0
Situación de la plana con respecto a la orografía del terreno	inferior		0	0			0	0		5	20	1			0	0				0
Señalización adecuada de las instalaciones	100%		0	0			0	0		5	40	2			0	0				0
Nivel de mantenimiento de las instalación	Bueno	4	100	4			0	0		4	100	4			0	0				0
Sistema de alimentación eléctrica	Red		0	0			0	0			0	0			0	0				0
Potencia instalada kW	132		0	0			0	0			0	0			0	0				0
Potencia disponible kW	1000		0	0			0	0			0	0			0	0				0
Se dispone de arrancador de frecuencia	si	5	40	2			0	0			0	0			0	0				0
Se dispone de instalación de condensadores	si	5	60	3			0	0			0	0			0	0				0
Consumo eléctrico kW/m3	5.80 kwh/m ³	1	50	0.5			0	0			0	0			0	0				0
Disponen de sala de cuadros eléctricos	si	5	10	0.5			0	0		5	20	1			0	0				0
Estado de la sala de cuadros eléctricos	bueno	4	10	0.4			0	0		4	30	1.2			0	0				0



Anexo 4 (continuación) matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

Estado de las canalizaciones eléctricas	Bueno	4	10	0.4			0	0		5	40	2			0	0			0
Disponen de taller	si	4	40	1.6			0	0			0	0			0	0			0
Estado del taller	bueno	4	50	2		5	60	3		5	60	3			0	0			0
Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustible y aceites	si		0	0		5	40	2		5	15	0.8			0	0			0
Consumo de diésel (L/m3)	2.2	3	20	0.6			0	0			0	0			0	0			0
Existencia de un plan de gestión de residuos asimilables a urbanos(reducción, recogida)	si		0	0		5	50	2.5			0	0			0	0			0
Autorización de productor de residuos peligrosos	no		0	0		0	50	0		0	0	0			0	0			0
Dispone de surtidor propio	si	5	30	1.5			0	0			0	0			0	0			0
Consumo de agua para el lavado de los áridos	3,3 L/m ³	4	50	2		4	50	2			0	0			0	0			0
Se utilizan EPP's	50%		0	0				0		4	100	4			0	0			0
Riegos de vías al día	no	0	40	0		0	30	0		0	40	0			0	0			0
Dispone de salas comedor para los trabajadores	si		0	0			0	0		5	50	2.5			0	0			0
Dispone la sala de aseo según norma de seguridad e higiene en el trabajo	si		0	0			0	0		5	40	2			0	0			0
Disponen de laboratorio en planta	si	5	50	2.5			0	0			0	0			0	0			0
Dispone de sistema de gestión medioambiental NC ISO 14015	si		0	0		5	100	5			0	0			0	0			0



Anexo 4 (continuación) matriz de evaluación de la cantera de áridos San José

Dispone de sistema de gestión calidad ISO 9001	si		0	0		5	100	5			0	0			0	0			0		
Dispone de sistema de la seguridad OHSAS	si		0	0	86		0	0	70	5	100	5	144.8		0	0	16		0	0	316
Balance de material (Aprovechamiento de la planta)	60%	4	80	3.2	70		0	0	40		0	0	113.4		0	0	14		0	0	236.5
Cumplimiento de venta de material	100%		0	0	82%		0	0	58%		0	0	78%	5	60	3	88%		0	-	75%
control de servicios recibidos																					
Subcontratación de la perforación y voladura	2.67	3	100	3			0	0			0	0			0	0			0		
Subcontratación de la carga y transporte	no	0	0	0	5		0	0	0		0	0	0		0	0	10		0	0	15
Cumplimiento del costo de perforación y la voladura	si	0	0	0	3		0	0	0		0	0	0	4	100	4	7		0	0	10
Cumplimiento del costo de carga y transporte	si	0	0	0	60%		0	0	-		0	0	-	3	100	3	70%		0	-	67%
EMPLEO																					
Número medio de empleo directo	61%		0	0		0	0	0			0	0			0		5	50	2.5		
Número medio de empleo indirecto	39%		0	0	1	0	0	0	0		0	0	0		0	0	3	40	1.2	4.5	5.5
Número de jornadas de trabajo	2		0	0	0.6	0	0	0	0		0	0	0		0	0		0	0	3.7	4.3
Índice de ausentismo	0.6	3	20	0.6	60%	0	0	0	0		0	0	-		0	-		0	0	82%	78%



Anexo 4 (continuación) matriz de evaluación de la cantera de áridos San José Sur

Distancia media transporte desde punto de extracción hasta puntos de la carretera	1.5 km		0	0	0	3	30	0.9	0.9	3	10	0.3	0.9		0	0	0		0	0	1.8								
Proporción de transporte por carretera con respecto al total	20%		0	0	-	3	0	0	60%	3	20	0.6	60%		0	0	-		0	-	60%								
INCIDENTES MEDIO AMBIENTALES																													
Nivel de rehabilitación	Regular			0	0	3	100	3	15		0	0	0		0	0			0	4	19								
Impacto visual	Grande			0	0	0	100	0	8		0	0	0		0	0			0	2.4	10.4								
Número de incidentes medio ambientales	0	0	0	0	-	5	100	5	53%		0	0	-		0	-	3	80	2.4	60%	55%								
SEGURIDAD MINERA																													
				0				0				7.5			0				0		7.5								
Existe proyecto de seguridad minera actualizado y aprobado	si		0	0	0		0	0	0	5	50	2.5	7.5		0	0		0	0	0	7.5								
Se cumple el proyecto	si		0	0	-		0	0	-	5	100	5	100%		0	-		0	0	-	100%								
			195						79						203						66						15		



	No...0				
Existe secuencia de preparación de reservas	Si....5 En proceso...3 No...0				
Reflejo en el plano topográfico las reservas técnicas					
Estado de las reservas	Buena...5 Regular...3 Mala...0				
Se controlan las reservas técnicas del yacimiento	Si....5 No...0				
Límites de explotación					
Están monumentados y señalizados los vértices de la concesión	Si 5 No 0	Si 5 No 0			
Posee vértices de explotación según resolución de la ONRM	Si 5 No 0	Si 5 No 0			
Mantenimiento anual a los vértices	Si 5 No 0				
Estabilidad del frente					
Grado de fracturación del frente			Bueno...5 Regular...3 Malo...0		
Se sanean y limpian los frentes			Si 5 No 0		
Existe frente invertido			Si 5 No 0		
Presencia de cuñas			Si 5 No 0		
Presencia de fallas	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
Situación de fallas			Bueno...5 Regular...3 Malo...0		
Estado de las plataformas					
Ancho de la plataforma de trabajo según proyecto	Si....5 SD...3 No...0		Si....5 SD...3 No...0		
Limpieza	Buena...5 Regular...3 Mala...0		Buena...5 Regular...3 Mala...0		



Seguridad de las plataformas y taludes	Seguro...5 Inseguro...0		Seguro...5 Inseguro...0		
Estado de las vías de acceso					
Ancho de las vías según proyecto	Si.....5 SD...3 No...0		Si.....5 SD...3 No...0		
Pendiente según proyecto	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
Disposición de sistema anti caídas			Si 5 No 00		
Disposición de sistema de señalización en canteras			Si.....5 No...0		
Asfaltado de las pistas y accesos	Si.....5 SD...3 No...0		Si.....5 SD...3 No...0		
Realización del mantenimiento planificado	Si 5 No 0		Si.....5 No...0		
Existencia de esquema de parque para mantenimiento			Si 5 No 0		
Acarreo con buldócer					
Cumplimiento con el plan de acarreo mensual	Si 5 No 0				
Estado técnico del equipo	Buena...5 Regular...3 Mala...0				
Cumplimiento con el índice de consumo de diésel				Si 5 No 0	
Red de perforación propuesta					
Confección y cumplimiento del pasaporte de perforación	Si 5 No 0			Si 5 No 0	
Los equipos cumplen con productividades planificadas	Si 5 No 0				
Poseen captadores de polvo		Si 5 No 0	Si 5 No 0		
Los operarios poseen los	Si 5 No 0		Si 5 No 0		



medios de seguridad requeridos					
Diámetro de perforación (mm)	>100...4 85-100...5 <85...3				
Se controla la perforación ejecutada en el yacimiento	Si 5 No 0				
Carga de los barrenos y voladura					
Cumplimiento del pasaporte de voladura planificado	Si 5 No 0				
Se obtiene la granulometría planificada	Si 5 No 0				
Cumplimiento del índice de consumo planificado	Si 5 No 0			Si 5 No 0	
Tipo de explosivo					
Sistema de iniciación utilizado	Det. E+sist. Nonel.....5 Det. NE+Tubo...4 Det. NE+Det. El+Hilo.....4 Det.E+mecha...4 Det. E.....5				
Se mide la generación de polvo producida	Si 5 No 0				
Proyecciones fuera de los límites previstos			Si 5 No 0		
Generación de onda aérea			Si 5 No 0		
Fragmentación secundaria					
Situación de las rocas sobre medidas	>15%...0 15-10%...3 <10%...5				
Se realiza fragmentación secundaria planificada	Si....5 No....0				
Método utilizado para la fragmentación					



secundaria					
Estado técnico del equipamiento utilizado	Bueno...5 Regular...3 Malo...0				
Carga y transporte					
Sistema de carga y transporte					
Estado técnico del equipo	Bueno...5 Regular...3 Malo...0				
Correspondencia de equipo de carga con medios de transporte	Si....5 No....0				
Distancia del frente a la tolva del primario					
Cumplimiento del índice de consumo de diésel	Si 5 No 0			Si 5 No 0	
Equipos cumplen productividades planificadas	Si 5 No 0				
Sistema de apantallamiento natural o artificial		Si....5 SD...3 No....0	Si....5 SD...3 No....0		
Circulación a través de población					Si 5 No 0
Escombrera					
Ubicación adecuada según parámetros técnicos	Si 5 No 0				
Ejecución según proyecto		Si 5 No 0	Si 5 No 0		
Se depositan adecuadamente los materiales			Si 5 No 0		
Planta de procesamiento					
Cumplimiento del proyecto de procesamiento	Si 5 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0	
Cumplimiento del plan de producción	Si 5 No 0			Si 5 No 0	
Existencia del proyecto de procesamiento	Si 5 No 0	Si 5 No 0			



actualizado y aprobado					
Adecuado flujo tecnológico	Si 5 No 0				
Acopios próximos a la tolva primaria	Diario...0 Fin de semana...3 No...5				
Equipos cumplen plan de proyecto	Si 5 No 0				
Sistema de apantallamiento superficial o natural (efectividad)			100%...5 50%....3 0%.....0		
Señalización adecuada de las instalaciones			100%...5 50%....3 0%.....0		
Dispone de sistema de control de la producción	100%...5 50%....3 0%.....0				
Grado de automatismo	100%...5 50%....3 0%.....0				
Cerramiento de la tolva de alimentación de la trituradora			Si 5 No 0		
La tolva de alimentación dispone sistemas de reducción de los niveles sonoros			Si 5 No 0		
Sistema de eliminación de polvo		Si 5 No 0	Si 5 No 0		
La tolva dispone de barrera no franqueable			Si 5 No 0		
La tolva dispone de sistema de amortiguación			Si 5 No 0		
Existen fragmentos de material en los accesos			Si....0 No...5		
Dispone de caseta de control de operaciones del primario	Si 5 No 0		Si 5 No 0		



Dispone de los medios para control de descarga	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
Dispone de medios para controlar el funcionamiento de los molinos	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene del trabajo			Si 5 No 0		
Los transportadores disponen de detectores de metales (los necesarios)	100%...5 50%.....3 0%.....0				
Los transportadores disponen de sistemas de control de producción.(los necesarios)	100%...5 50%.....3 0%.....0				
Los transportadores se encuentran capotadas			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Los transportadores disponen de seguridad anti atrapamiento			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Los transportadores disponen de protección de las correas de los motores (cubre poleas)			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Los transportadores disponen de protección de los tambores (carenado del tambor de cola)			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Los transportadores			100%...5 50%.....3		



disponen de escalerilla de acceso y pasarela de vista			0%.....0		
Los tambores de cola están a una altura adecuada			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Cerramiento de los equipos de trituración			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Cerramiento de los equipos de molienda			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Cerramiento del sistema de clasificación			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Dispone de caseta de control de operaciones en la zona de clasificación	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
Dispone de medios audiovisuales para controlar la descarga	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
Dispone de control remoto para el funcionamiento de los molinos	Si 5 No 0				
La caseta cumple con las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo			Si 5 No 0		
Dispone de sistema que reduzca el ruido en la alimentación y descarga de los equipos de trituración			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Dispone de sistema que reduzca el polvo en la alimentación y descarga de los equipos de trituración		100%...5 50%.....3 0%.....0	100%...5 50%.....3 0%.....0		



Cerramientos de los acopios		100%...5 50%.....3 0%.....0	100%...5 50%.....3 0%.....0		
Acopios disponen de protección contra el viento			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Se emplean agentes químicos como medidas de protección contra el viento		Si 5 No 0	Si 5 No 0		
Altura de caída adecuada			Si 5 No 0		
La carga del material de los acopios se realiza por la cinta transportadora			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Sistema de eliminación o reducción de polvo en la descarga de los silos			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Sistema de lavado de ruedas y de la carga de camiones			Si 5 No 0		Si 5 No 0
Se utiliza EPP's			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Situación de la planta con respecto a la orografía del terreno			Inferior ...5 Igual0		
Señalización adecuada de las instalaciones			100%...5 50%.....3 0%.....0		
Nivel de mantenimiento de las instalaciones	Muy bien ...5 Bien ... 4 Regular ... 3 Malo 2 Muy mal ... 1 No existe ...0				
Se dispone de arrancador de frecuencia	Si 5 No 0				
Se dispone de instalación de	Si 5 No 0				



condensadores					
Consumo eléctrico kW/m ³	<1.5 ... 5 1.5-2 ... 4 2 ... 3 2-2.5 ... 2 2.5-3 ... 1 >3 ... 0				
Disponen de sala de cuadros eléctricos	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
Estado de la sala de cuadros eléctricos	Bueno ... 5 Regular ...3 Malo ... 0		Bueno ... 5 Regular ...3 Malo ... 0		
Estado de las canalizaciones eléctricas	Bueno ... 5 Regular ...3 Malo ... 0		Bueno ... 5 Regular ...3 Malo ... 0		
Disponen de taller	Si 5 No 0		Si 5 No 0		
Estado del taller	Bueno ... 5 Regular ...3 Malo ... 0		Bueno ... 5 Regular ...3 Malo ... 0		
Disponen de cubetas para evitar el vertido de combustible y aceites	Si 5 No 0	Si 5 No 0			
Consumo de diésel (L/m ³)	<2.1 ... 5 2.2-3 ... 3 >3 ... 1				
Existencia de un plan de gestión de residuos asimilables a urbanos (reducción, recogida)		Si 5 No 0			
Autorización de productor de residuos peligrosos		Si 5 No 0			
Dispone de surtidor propio	Si 5 No 0				
Consumo de agua para el lavado de los áridos(se prevé su recirculación)	Se recircula 5 No recircular 0	Se recircula 5 No recircular 0			
Riegos de vías al día (dependiendo de la zona de la cantera)	Adecuado ... 5 Medio ... 3 No adecuado...0	Adecuado ... 5 Medio ... 3 No adecuado...	Adecuado ... 5 Medio ... 3 No adecuado...0		



		0			
Dispone de sala comedor para los trabajadores			Si 5 No 0		
Dispone la sala de aseo según norma de seguridad e higiene en el trabajo			Si 5 No 0		
Disponen de laboratorio de planta	Si 5 No 0				
Dispone de sistema de gestión medioambiental NC ISO 14015		Si 5 No 0			
Dispone de sistema de gestión calidad NC ISO 9001		Si 5 No 0			
Dispone de sistema de la seguridad OHSAS			Si 5 No 0		
Balance de material (aprovechamiento de la planta)	Si 5 No 0				
Venta de material				Si 5 No 0	
Control de servicios recibidos					
Subcontratación de la perforación y voladura	Si 5 No 0				
Subcontratación de la carga y transporte	Si 5 No 0				
Cumplimiento con costo de la perforación y la voladura				Si ...5 Regular ... 3 No ... 0	
Cumplimiento con costo de carga y transporte				Si ...5 Regular ... 3 No ... 0	
Empleo					
Número medio de empleo directo					80 ... 5 30 ... 3 0 ... 0
Número medio de empleo					50 ... 5 20 ... 3



indirecto					0 ... 0
Número de jornadas de trabajo					
Índice de ausentismo	1 ... 0 0.7-0.4 ... 3 0... 5				1 ... 0 0.7- 0.4... 3 0...5
Accidentes					
Número de accidentes mortales			0 ... 5 >0 ...0		0 ... 5 >0 ...0
Índice de incidencia (%)					1 ... 0 0.7- 0.4... 3 0... 5
Número de horas pérdidas por accidentes	0 ... 5 167 ... 3 200 ... 0				
Capacitación					
Horas de capacitación profesional	100%...5 50%.....3 0%.....0		100%...5 50%.....3 0%.....0		
Horas de capacitación de Seguridad y Salud	100%...5 50%.....3 0%.....0		100%...5 50%.....3 0%.....0		
Inversión					
Magnitud de negocio					
Se dispone de plan de inversión a corto y mediano plazo					Si 5 No 0
Costes de exploración					5% ...5 2.5%..3 0% .. 0
Comunicación con la población					Si.....5 No....0
Dispone la empresa de hoja de reclamación al servicio del ciudadano					Si.....5 No....0
Transporte exterior					
Distancia media de transporte desde punto de extracción hasta los puntos de la carretera		>10 ... 0 5-10 ...3 <5 ... 5		>10 ... 0 5-10 ...3 <5 ... 5	



Proporción de transporte por carretera con respecto al total			100%...0 50%.....3 0%.....5		100%... 0 50%..... 3 0%..... 5
Incidentes medio ambientales					
incidentes medio ambientales	Si 5 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0	Si 5 No 0
Impacto visual		Nulo ... 5 Medio ... 3 Importante ... 0			
Nivel de rehabilitación		Bueno ... 5 Regular ...3 Malo ... 0			
Seguridad minera					
Existe proyecto de seguridad minera actualizado y aprobado			Si 5 No 0		
Está basado en las resoluciones, leyes y decretos pertinentes			Si 5 No 0		
Se cumple proyecto de seguridad minera			Si 5 No 0		