



INSTITUTO SUPERIOR
MINERO METALÚRGICO DE MOA
Dr. ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ

Facultad: Geología-Minería

Departamento de Minería

Trabajo de Diploma

En opción al Título de

INGENIERO EN MINAS

Título:

Efecto sobre el medio ambiente de la explotación del yacimiento de calizas “El Pilón”.

Autor: Ismel Mena Gutierrez

Tutores: Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés

Ing. Lianeyis Aguilera Terrero

Moa, 2015

“Año 57 de la Revolución”





INSTITUTO SUPERIOR
MINERO METALÚRGICO DE MOA
Dr. ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ

Facultad: Geología-Minería
Departamento de Minería

Trabajo de Diploma

En opción al Título de

INGENIERO EN MINAS

Título:

Efecto sobre el medio ambiente de la explotación del yacimiento de calizas “El Pilón”.

Autor: Ismel Mena Gutierrez _____

Tutores: Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés _____

Ing. Lianeyis Aguilera Terrero _____

Moa, 2015

“Año 57 de la Revolución”



DEDICATORIA

Dedico este trabajo de diploma a mi tío Ángel Orencio Fuentes Rodríguez aunque lamentablemente ya no esté presente.

A mis abuelos Ranulfo Rodríguez Romero y Máxima Virgen Fuentes Rodríguez, a mi querida madre Noellis Gutierrez Fuentes, a mi padrastro Jhonnys Coba Velázquez, a mi padre Ismerio Mena Reyes y especialmente a mi hermana Idalvis Mena Suárez y mi hermanito Magdiel Mena Galano.

A mi tía Noelvis Fuentes Rodríguez, mi tío Yandris Luis Leyva Fuentes y mis queridísimos primos hermanos Leudis Lobaina Fuentes y Liudis Lobaina Fuentes que en un futuro seguro seguirán mis pasos.

AGRADECIMIENTOS

A todos lo que de una forma o de otra me brindaron su ayuda y colaboración, al departamento de mi facultad Geología-Minería e incluyo a todos los profesores que me formaron como un buen profesional en especial a (Dr. C Roberto L Watson Quesada), a mis compañeros de aula, Colegas como (Ariel Almenares, Lizander Mendoza, Armando Piloto, Arleís Pérez, Melinda Rondón, Miguel A Torres, Albert Steyners), a los tutores: Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés e Ing. Lianeyís Aguilera Terrero.

A mis hermanos de crianza Adrián Oquendo Rodríguez y Robert Luis Llorente Correa; a mis vecinos Odalís y Reudís; Marbelís y Roberto que han llegado a ser mi segunda familia o mis segundos padres.

A los de extensión universitaria (Taino, Yoandí, Eliober e Iroidís) por enseñarme lo que es el verdadero arte (divertirse sin ambición a un premio, es el mayor galardón para un aficionado al arte).

Por último y no menos importante al altísimo de los cielos (Jehová, Jesucristo, DIOS) que es el que me da fuerza para seguir adelante en los buenos y malos momentos de mi vida.

A todos GRACIAS por ayudarme a conseguir mi primer sueño, sin ustedes no sería posible este triunfo.

PENSAMIENTO



"Un pueblo irreligioso morirá, porque nada en él alimenta la virtud. Las injusticias humanas disgustan de ella; es necesario que la justicia celeste la garantice."

José Julián Martí Pérez

RESUMEN

El trabajo, Efecto sobre el medio ambiente de la explotación del yacimiento de calizas “El Pilón” constituye una investigación que permite adecuar los procesos mineros ambientales a las condiciones reales de dicho yacimiento, permitiendo a la Empresa de Materiales de Construcción (E.M.C) de la provincia Holguín elementos claves para producir mejor, con eficiencia y tener un conocimiento previo de los efectos sobre el medio ambiente.

Como resultado y la utilización de métodos científicos se determinaron los efectos sobre el medio ambiente, de igual manera se presenta un plan de medidas de carácter técnico organizativo que llegará a facilitar la mitigación de estos impactos.

Este estudio de Efecto Ambiental y la propuesta del plan de medidas han sido elaboradas con un enfoque general de las metodologías más usadas en Cuba, las normas ISO 14 000 y las legislaciones vigentes para la actividad ambiental con el fin de proporcionar el manejo del yacimiento para el uso de los recursos naturales teniendo en cuenta el desarrollo sostenible.

Palabras claves: Efecto, Medio ambiente, Procesos mineros, Métodos, Medidas, Mitigación, Impactos Ambientales, Normas, Recursos naturales.

ABSTRACT

The work Titled Effect on the Environment Studies of the exploitation of calcareous deposits "El Pílon" it constitutes an investigation that allows to adapt the environmental mining processes to the real conditions of this deposits, allowing the Company of Building supplies (E.M.C) of the province of Holguín key elements to take place better, with efficiency and to have a previous knowledge of the Environment Studies.

As a result and by use of scientific methods, the environmental effects where determine, in a same way a plan of measures of organizational technical nature is presented that will end up facilitating the mitigation of these impacts.

This study of Environmental Effect and the proposal of the plan of measures have been elaborated with a general focus of the most used methodologies in Cuba, the norms ISO 14 000 and the effective legislations for the environmental activity with the purpose of providing the handling of the deposits for the use of the natural resources keeping in mind the sustainable development.

Keywords: Effect, Environmental Studies, Mining Processes, Methods, Measures, Mitigation, Environmental impacts, Norms, Natural Resources.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.1. Información relacionada con la teoría y metodología del objeto de estudio ...	5
1.2. Análisis de trabajos precedentes sobre el tema	7
1.3. Normativas vigentes relacionadas con la investigación	10
CAPITULO II. CARACTERIZACIÓN MINERO AMBIENTAL DEL YACIMIENTO.....	16
2.1. Generalidades de la actividad minera	16
2.1.1. Organización general de los trabajos mineros	18
2.1.2. Régimen de trabajo y productividad de la cantera	19
2.1.3 Esquema tecnológico y elementos principales de explotación	20
2.2. Descripción del medio ambiente	21
CAPÍTULO III IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. ORGANIZACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL	38
3.1. Identificación de los Impactos Ambientales	38
3.1.1. Impactos Ambientales sobre el Medio Físico.....	39
3.1.2. Impactos Ambientales sobre el Medio Biótico	40
3.1.3. Impactos Ambientales sobre el Medio Antrópico	41
3.2. Caracterización de los Impactos Ambientales	41
3.2.1. Caracterización de los Impactos Ambientales al Medio Físico	41
3.2.2. Caracterización de los Impactos Ambientales al Medio Biótico	47
3.2.3. Caracterización de los Impactos Ambientales sobre el Medio Antrópico..	48
3.3. Organización de la Gestión Ambiental	50
3.3.1. Medidas de Mitigación de Carácter Técnico sobre el Medio Físico	51
3.3.2. Medidas de Mitigación de Carácter Técnico sobre el Medio Biótico	52
3.3.3. Medidas de Mitigación de Carácter Técnico sobre el Medio Antrópico....	53
3.3.4. Medidas de Mitigación de Carácter Organizativo.....	54
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES	58

BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS	62

INTRODUCCIÓN

La minería en su conjunto produce toda una serie de contaminantes gaseosos, líquidos y sólidos, que de una forma u otra van a parar al suelo. Esto sucede ya sea por depósito a partir de la atmósfera como partículas sedimentadas o traídas por las aguas de lluvia, por el vertido directo de los productos líquidos de la actividad minera y metalúrgica, o por la infiltración de productos de lixiviación del entorno minero: aguas provenientes de minas a cielo abierto, escombreras, etc., o por la disposición de elementos mineros sobre el suelo: escombreras, talleres de la mina u otras edificaciones más o menos contaminantes en cada caso.

En la actualidad, la legislación medioambiental en los países desarrollados pone especial énfasis en la multifuncionalidad del sistema suelo-agua, considerando como sus principales funciones las relativas a: medio y soporte de transporte, filtro de agua, crecimiento vegetal y medio participativo en los ciclos bioquímicos. Las medidas de protección del suelo están orientadas a la prevención de la contaminación local fomentando las medidas de aislamiento y control, así como la reglamentación de emisiones aceptables para contaminación difusa que aseguren el cumplimiento de las funciones del suelo. En los países más avanzados se trabaja en la línea de intentar asegurar la recuperación de los suelos afectados por el problema, impidiendo la venta de terrenos hasta tanto el propietario actual no lleve a cabo esta tarea, de forma que el problema no quede bloqueado por una transferencia de propiedad que diluya responsabilidades.

La minería de superficie es, de todas las formas de explotación mineral, la más extendida en todo el mundo. Extraer minerales de la corteza terrestre implica siempre extraer o mover grandes cantidades de materiales, de los cuales sólo se recuperará una pequeña parte de producto útil.

El Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo de Cuba se sustenta sobre una base jurídica y legal acorde con el desarrollo actual del país y con la legislación ambiental vigente cuya máxima expresión es la Ley No. 81 de Medio Ambiente. Este programa tiene como objetivo general prevenir y controlar las causas que favorecen el desarrollo de procesos degradantes del medio ambiente y contribuir al desarrollo

sostenible de las zonas afectadas con el propósito de elevar la calidad de la vida de sus pobladores.

En Cuba existen alrededor de 135 canteras de materiales para la construcción, muchas de ellas no cuentan con el proyecto de rehabilitación actualizado, incumpliendo así con la Ley 76 de Minas que plantea en su Artículo 41 que los concesionarios están obligados a preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área, elaborando estudios y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar el impacto derivado de la actividad minera, tanto en dicha área como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquellos que puedan ser afectados.

El Grupo Empresarial de la Construcción del MICONS de Holguín, tiene concesionados 4 yacimientos que explotan georecursos destinados a la producción de materiales para la construcción (Buenaventura, Los Caliches, “El Pilón” y el yacimiento de grava-arena del Rio Sagua), todos ellos disponen de su proyecto de rehabilitación realizado por la organización Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas (ENIA), donde se expresa claramente lo que se debe hacer para recuperar las zonas minadas.

Las áreas dañadas por la explotación de materiales de la construcción en la provincia ocupan alrededor de 76 ha, lo cual provoca un fuerte impacto al medio ambiente, uno de estos es el caso de la degradación ambiental.

El yacimiento de calizas “El Pilón” se explota a cielo abierto mediante perforación y voladura, a diferentes niveles de profundidad. El material que se extrae se procesa en una planta trituradora y procesadora, y se comercializa en forma de arena, grava, estéril y relleno.

La cantera cuenta con un proyecto de explotación actualizado en el año 2013 y un proyecto de rehabilitación del año 2002 que no se corresponde con la situación actual del yacimiento, lo que evidencia la necesidad de determinar el efecto ambiental que produce en la actualidad la explotación de este yacimiento y proponer medidas para minimizarlo lo que constituye el **problema** de esta investigación.

El **objeto de estudio** radica en los procesos mineros ambientales y el **campo de acción**, el yacimiento de calizas “El Pilón” en la provincia Holguín.

El Objetivo General consiste en: Determinar el efecto ambiental que produce la explotación minera del yacimiento de calizas “El Pilón” y proponer medidas para minimizarlo.

De este objetivo general se derivan los siguientes **objetivos específicos**:

1. Analizar el proyecto de explotación actualizado.
2. Describir el medio ambiente del área de influencia del yacimiento.
3. Identificar y caracterizar las alteraciones ambientales.
4. Elaborar el plan de medidas de mitigación de efectos negativos.

Esta investigación se sustenta en la siguiente **hipótesis**: Si se analiza el proyecto de explotación actualizado, se describe el estado del medio ambiente del área de influencia del yacimiento, se identifican y caracterizan las alteraciones ambientales, se puede determinar el efecto ambiental que produce la explotación minera del yacimiento de calizas “El Pilón” y proponer medidas para minimizarlo.

En el desarrollo del trabajo se aplicaron métodos empírico y teóricos de la investigación científica.

Entre los métodos empíricos:

- Observación: se utilizó para describir y diagnosticar el estado actual del medioambiente del área de estudio y la identificación de los impactos ambientales.
- Entrevista: a trabajadores y dirigentes de la cantera y de la empresa para familiarizarse con las condiciones minero ambientales del yacimiento.
- La medición: se empleó para obtener la información numérica acerca del área afectada por las acciones de explotación.
- Revisión documental: permitió el estudio de las legislaciones ambientales vigentes en el país y lectura de literatura especializada, consultas de archivo y guías metodológicas, análisis de los elementos del proyecto, estudios del medio físico, elaboración de los datos de campo, así como confección del informe y anexos.

- Entrevistas y criterio de expertos: garantizó reunir evidencias sobre el diagnóstico al área de estudio, ayudó a la evaluación de los impactos y a la valoración de las acciones correctoras propuestas.

Y los métodos teóricos:

- Histórico y lógico: sirvió para realizar el análisis de la evolución y desarrollo histórico de las transformaciones ambientales en el área de estudio.
- Análisis y síntesis: se utilizó para la descripción del proyecto, la valoración de los impactos ambientales en todo el proceso extractivo y proponer las acciones de mitigación.
- Hipotético–Deductivo: se empleó para identificar y evaluar los impactos y las posibles acciones de mitigación.
- Sistémico: permitió establecer o determinar la relación entre las acciones impactantes del proyecto con los elementos del medio natural, así como los impactos y las medidas correctoras.

Para la realización de este estudio, se han seguido las siguientes fases metodológicas:

1. Análisis del proyecto.
2. Diagnóstico ambiental.
3. Identificación de las acciones.
4. Identificación de factores del medio susceptibles a recibir impactos.
5. Identificación de impacto.
6. Valoración de Impactos.
7. Elaboración de medidas correctoras y Plan de Seguimiento y Monitoreo.

CAPITULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

La búsqueda y el análisis bibliográfico se orientaron sobre la base de la información relacionada con la teoría y metodología del objeto de estudio y el análisis de trabajos realizados sobre el tema, además se estudiaron los fundamentos legales de la investigación.

1.1. Información relacionada con la teoría y metodología del objeto de estudio

La evaluación del impacto ambiental surge al final de los años 60 en Estados Unidos (EU) con el nombre de “*environmental impact assessment*” (E.I.A.). El EIA introduce las primeras formas de control de las interacciones de las intervenciones humanas con el ambiente (ya sea en forma directa o indirecta), mediante instrumentos y procedimientos dirigidos a prever y evaluar las consecuencias de determinadas intervenciones. Todo esto con la intención de reducir, mitigar, corregir y compensar los impactos.

Existen en la literatura abundantes definiciones respecto al concepto de “Impacto Ambiental”. Algunos lo definen como los cambios espaciales y temporales de un parámetro ambiental como resultado de la interacción de una acción humana en particular, en comparación con lo que hubiese ocurrido si la situación no se hubiese dado. Otros definen los impactos como las alteraciones significativas, de carácter negativo o beneficioso, que se producen en el ambiente como resultado de una actividad humana. En ambos casos debe tenerse claridad sobre los umbrales de aceptabilidad respecto al deterioro ambiental y los elementos del ambiente que deben ser protegidos. (Espinoza, 2007).

Autores como Leopold (1971) y Sorensen (1973), analizan las diferentes variantes que se pueden utilizar para la identificación, caracterización y valoración de impactos ambientales. No consideran el caso específico de la minería pero plantean los tipos de proyectos para los cuales sus metodologías son eficientes. En el caso de Leopold las características de su método de valoración son adaptables a los proyectos mineros, y de hecho en la actualidad constituye el método más utilizado en esta rama.

Estos trabajos se consideraron con el fin de facilitar la selección de la técnica de identificación de impactos más adecuada, cuestionando las principales ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Leopold, emplea una matriz, que su complejidad no está en el sentido de su concepción, pero es muy extensa, ya que relaciona 88 factores por 100 acciones, lo que asciende a 8 800 interrelaciones, Por lo cual resulta muy compleja. Sorensen, emplea por primera vez una matriz escalonada para el análisis del uso de los recursos costeros de los E U, se basa en el desarrollo sucesivo de matrices interrelacionadas entre sí.

El laboratorio de los EU, Batelle Columbus, desarrolla un método en el cuál se utiliza una valoración global o impacto neto del proyecto, se parte de un listado de acciones a las cuáles se asocia un elemento de impacto ambiental.

En Ecuador, Páez-Zamora (1996), hace una clasificación de los métodos cualitativos y cuantitativos, presentando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Por otra parte, Conesa (1997), presenta los procedimientos y métodos de trabajo que permiten realizar una evaluación integral de los efectos ambientales, son de fácil aplicación y de gran utilidad para equipos multidisciplinarios que se ocupan de llevar a cabo Estudios de Impacto Ambiental (Es.I.A). El libro se estructura en dos apartados. El apartado No. 1 incluye cuatro capítulos. Los tres primeros se dedican a definir la tipología de impactos, los estudios y evaluaciones de impacto ambiental, la sistematización de los factores ambientales y a la relación con la legislación vigente. En el capítulo cuatro del apartado señala las metodologías utilizadas en este tipo de trabajos. En el Apartado II, que es la parte más importante del libro puesto que propone una metodología detallada que es de gran utilidad. La tercera parte del manual relaciona 19 ejemplos de proyectos sometidos a evaluaciones de Impacto Ambiental.

Finalmente se definen los factores que pueden ser afectados por las acciones de un proyecto. Se recogen los indicadores de impacto. Se describen los focos de contaminación, los efectos de las emisiones y una descripción de las medidas correctivas.

El caso de Clulow (1998), es particular ya que presenta una metodología para realizar los estudios de línea base y presta especial atención a la creación de áreas de control y de referencias correctoras y preventivas.

El trabajo de Jaramillo C. Y Castillo M. (1998). Responde a una metodología cualitativa, en él se identifican y caracterizan los impactos ambientales que provoca la explotación de las calizas, se describen los criterios de medida utilizados en la valoración, y establece los lineamientos necesarios para el plan de manejo ambiental.

1.2. Análisis de trabajos precedentes sobre el tema

Parra (2004), estudió el impacto ambiental en la Cantera Los Guaos constituyó una investigación que permitió facilitar la evaluación del impacto provocado por la explotación minera de la cantera sobre el medio ambiente dotando a la Empresa de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba de una importante herramienta para la toma de decisiones en función de mejorar su Gestión Ambiental y disminuir los efectos nocivos provocados por el cumplimiento de su objeto social.

Como resultado y con la utilización de métodos científicos, se determinaron las actividades que provocan los mayores impactos negativos así como los de mayor importancia, de igual forma se presenta un plan de medidas de carácter técnico y organizativo que facilitarán la mitigación de estos impactos.

Esta evaluación de impacto ambiental y la propuesta del plan de medidas han sido elaboradas con un enfoque integrador de las metodologías más usadas en Cuba, las normas ISO 14000 y las legislaciones vigentes para la actividad ambiental con el fin de facilitar el manejo del yacimiento para el uso de los recursos naturales teniendo en cuenta el desarrollo sostenible.

Por otro lado Ospina y Cevallos. (2000), recogen una serie de experiencias de capacitación y de trabajo de investigación para definir las necesidades específicas de capacitación de las unidades ambientales de los organismos gubernamentales, en el que se abordan a manera de introducción conceptos básicos de evaluación de impacto ambiental, también presenta diversas metodologías de identificación y

valoración de los impactos ambientales, analizándose y a través de ejemplos sus ventajas y desventajas y establece los lineamientos para el diseño y la ejecución del plan de manejo ambiental, fundamentando de esta manera la estrategia para la implementación del Sistema de Evaluación de Impactos Ambientales, así como el análisis de los aspectos legales.

Los impactos de la explotación de yacimientos fluviales son analizados por Aguilera (2003). Estos autores realizan el estudio del impacto ambiental ocasionado por la explotación del yacimiento fluvial de arena y grava “Río Nibujón”. En este trabajo se presenta el estudio de impacto ambiental producido por la explotación de un depósito fluvial de arena y grava, localizado en la zona de amortiguamiento del parque Alejandro de Humboldt, para ello identifica, caracteriza y valora los impactos ambientales y finalmente, elabora el plan de medidas preventivas, correctoras o de mitigación de los impactos causados junto al plan de monitoreo de las actividades de explotación.

Montes de Oca (2012) elabora un procedimiento para recuperar las áreas minadas de las canteras de materiales de construcción de Santiago de Cuba que permite lograr una minería responsable. Con la aplicación de métodos científicos se analizaron los factores que influyen en la elección de los usos de recuperación de áreas minadas en la zona de estudio y se elaboró un procedimiento que consta de cinco etapas principales con una aplicación práctica en la Cantera los Guaos. La aplicación del procedimiento elaborado demostró que se puede mejorar la calidad ambiental, social y económica en las zonas afectadas por la actividad minera y lograr una minería responsable.

En las provincias orientales se han realizado investigaciones para caracterizar desde el punto de vista minero y ambiental la industria extractiva de materiales de la construcción.

La primera investigación fue realizada por Romero (1998) que caracteriza los yacimientos, teniendo en cuenta solo la ubicación y materia prima que se explota, no tiene en cuenta la geología, clima, topografía, hidrografía y la descripción del medio biológico. El autor efectúa un diagnóstico ambiental en forma general de todos los

yacimientos de materiales de la construcción de la región oriental, no lo hace particular para cada yacimiento. También en su trabajo hace referencia a la situación y perspectiva de la industria extractiva de materiales de la construcción de oriente. Expone los factores que han acelerado la contaminación ambiental y por último realiza una identificación de los impactos ambientales.

Es opinión del autor de este trabajo, que en el futuro deben hacerse más trabajos como este, donde además se den como resultado la caracterización minero - ambiental de los yacimientos de este tipo de todo el país.

La caracterización minero-ambiental de la industria de materiales de construcción de la provincia Guantánamo, de Guindo, (2013), analiza la estructura productiva de la industria de materiales de construcción de la provincia de Guantánamo y las características geológicas y minero- técnicas de cada yacimiento en explotación; se identificaron los efectos ambientales que se manifiestan en cada cantera y las medidas generales de mitigación de los impactos ambientales negativos. La caracterización minero-ambiental de la industria de materiales de la construcción de la provincia de Guantánamo demostró que todos los yacimientos producen impactos negativos y positivos significativos. Como principal conclusión del trabajo se pudo determinar los efectos ambientales negativos generados por la explotación en cada cantera y proponer medidas para desarrollar una minería responsable, pero no se realizó una evaluación cuantitativa de los impactos, lo que debe tenerse presente para otro trabajo y se amplíe más sobre el tema.

En la provincia de Granma, Almenares, (2014) realizó una caracterización minero-ambiental de las canteras de materiales de construcción, allí analiza la estructura productiva de la industria de materiales de construcción y las características geológicas y minero - ambiental de cada yacimiento en explotación; identificó los efectos ambientales que se manifiestan en cada cantera y las medidas generales de mitigación de los impactos ambientales negativos. Como principal conclusión del trabajo, se obtuvo: la caracterización minero-ambiental de las canteras de materiales de construcción de la provincia Granma, que permitió establecer los efectos ambientales negativos generados por la explotación en cada cantera, por

consiguiente se debe agregar que a todos los yacimientos de materiales para la construcción de la provincia Granma se le realice un estudio individual del efecto sobre el medio ambiente, ya que es de gran importancia para el desarrollo del mejor bienestar de los pobladores y de todos los seres vivos que se encuentran a su alrededor.

La caracterización minero - ambiental del Grupo Empresarial de la Construcción del MICONS de Holguín, se realizó por García, (2013). También se analiza la estructura productiva de la industria de materiales de construcción de la provincia de Holguín y las características geológicas y minero - técnicas de cada yacimiento en explotación. El autor identifica y caracteriza los efectos ambientales que se manifiestan en cada cantera y elabora las medidas generales de mitigación de los impactos ambientales negativos. En los resultados, se obtuvo que en todos los casos se presentan pérdidas o alteración del suelo fértil por operaciones de excavación, construcción de caminos, acopio de material y escombreras y en el caso de Río Sagua, inestabilidad y hundimiento en las orillas, aumento de la erosión y sedimentación, dando así premisa para un estudio detallado del cálculo de los efectos ambientales negativos generados por la explotación en cada cantera.

Los trabajos anteriores constituyen una fuente de información importante para el desarrollo de cualquier investigación en las canteras de estas provincias y sirvieron de base para la realización de este estudio. Fueron de gran utilidad en la elección y determinación de las fases metodológicas de esta investigación y la elaboración de las medidas correctoras.

1.3. Normativas vigentes relacionadas con la investigación

La voluntad medioambiental del Estado Cubano, queda materializada en varios períodos de su institucionalización ejecutiva y legislativa, tales como:

- 1976- Creación de la Comisión Nacional para la Protección del Medio Ambiente y la Conservación de los Recursos Naturales.
- 1981- Promulgación de la Ley 33 “De protección del medio ambiente y del uso racional de los recursos naturales”.

- 1990- Promulgación del Decreto - Ley 118 “Estructura, organización y funcionamiento del Sistema Nacional del Medio Ambiente y su Órgano Rector”.
- 1992- Modificación del Artículo 27 de la Constitución de la República, fortaleciendo la idea de la integración del medio ambiente con el desarrollo económico y social sostenible.
- 1993- Aprobación del Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo (adecuación cubana de la Agenda 21).
- 1994- Creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).
- 1995- Fundación de la Agencia de Medio Ambiente, en el seno del CITMA, con sus centros de investigación, de gestión ambiental y culturales - educativos. Dentro de estas entidades se destaca el Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA). A su vez, a escala territorial se establecen las Unidades de Medio Ambiente (UMA) Provinciales del CITMA.
- 1995- Promulgación de la Resolución No.168/95 del CITMA “Reglamento para la realización y aprobación de las Evaluaciones de Impacto Ambiental y el otorgamiento de las Licencias Ambientales”.
- 1996- Elaboración, por la Dirección de Política Ambiental y la Agencia de Medio Ambiente del CITMA, de la Estrategia Ambiental Nacional y del proyecto de Ley del Medio Ambiente.
- 1997- Aprobación parlamentaria de la Ley N° 81 del Medio Ambiente. Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Res. No.77/99 del CITMA).

En el Artículo 27 de la Constitución de la República de Cuba se dispone 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”.

La Ley No. 81 de Medio Ambiente fue aprobada en la Asamblea Nacional del Poder Popular de fecha 11 de julio de 1997, con el fin de establecer una legislación ambiental acorde con las nuevas condiciones nacionales e internacionales referidas

a esta materia, así como, a las previsiones de futuro para el desarrollo socioeconómico del país y su participación en los programas internacionales y regionales de Medio Ambiente aprobados en diferentes foros. Esta refleja el reconocido esfuerzo del Estado Cubano, respecto a la protección del medio ambiente, en el marco de una política de desarrollo consagrada a lo largo de cuatro décadas de transformaciones, tanto políticas como socioeconómicas.

En el artículo 122, establece la obligatoriedad de las entidades o personas naturales de rehabilitación de las áreas minadas para la cual define los términos y condiciones que establezcan de conjunto el Ministerio de la Agricultura, el CITMA y el MINBAS (actual Ministerio de Energía y Minas).

La Ley 76 de Minas tiene como objetivo establecer la política minera y las regulaciones jurídicas de dicha actividad de manera tal, que garanticen la protección, el desarrollo y el aprovechamiento racional de los Recursos Minerales en función de los intereses de la Nación, trazando directivas obligatorias controladas por los funcionarios del Gobierno vinculados con esta actividad.

Esta Ley contempla en el Artículo 41 en las obligaciones generales de los concesionarios, entre otras lo siguiente: Preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área objeto de la concesión, elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto derivado de sus actividades; tanto en dicha área como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquellos que puedan ser afectadas.

El Artículo 43 plantea como obligaciones de los concesionarios de explotación entre otras lo siguiente: Planificar los trabajos necesarios para la restauración o acondicionamiento de las áreas explotadas, en los términos que se establezcan por el Órgano Local del Poder Popular y la autoridad competente, según el caso, creando los fondos financieros necesarios para estos fines.

Decreto - Ley No. 200: Plantea que a los fines de instrumentar la política ambiental nacional mediante una gestión ambiental adecuada, es esencial contar con un sistema de medidas administrativas ágil, eficaz y flexible, de modo que toda persona natural o jurídica, nacional o extranjera que infrinja la legislación ambiental vigente,

poniendo en peligro o dañando el medioambiente, sea sancionada administrativamente en esta vía con independencia de otras responsabilidades que pudieran derivarse.

Ley No. 85, Ley Forestal: Esta es otra de las leyes relacionadas con los recursos naturales con incidencia en la minería. En su Artículo 1 plantea sus objetivos, que son:

- a) Establecer los principios y las regulaciones generales para la protección, el incremento y desarrollo sostenible del patrimonio forestal de la nación.
- b) Controlar los recursos del patrimonio forestal por medio de las regulaciones establecidas y de los órganos y organismos competentes.
- c) Promover e incentivar la repoblación forestal con fines económicos, de protección o sociales, así como los manejos silvícolas en plantaciones y bosques naturales.
- d) Conservar los recursos de la diversidad biológica asociados a los ecosistemas forestales.
- e) Proteger los bosques contra los desmontes, las talas irracionales, los incendios forestales, el libre pastoreo, las plagas y enfermedades, así como de otras acciones que los puedan afectar.
- f) Regular el uso múltiple y sostenible del patrimonio forestal y promover el aprovechamiento racional de los productos no madereros del bosque.

La Resolución No 132 del 2009 regula la realización del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental en el país y plantea como sus objetivos:

- a) Asegurar que los potenciales impactos ambientales sean debidamente previstos en una etapa temprana del diseño y la planificación del proyecto, mediante la identificación de las medidas para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar los posibles impactos negativos y realzar los posibles impactos positivos, así como la presentación de alternativas que los eviten o minimicen al máximo, para la toma de decisiones.

b) Examinar en qué forma el proyecto puede causar impactos a las comunidades, a otros proyectos de desarrollo social y al medio ambiente en general.

c) Propiciar la evaluación y la valoración económica de los efectos ambientales previstos y el costo de la reducción de los efectos ambientales negativos.

Además, recoge con claridad los casos en los cuales es obligatoria la EIA, especificando en el Artículo 8, (inciso e) Las actividades mineras.

La responsabilidad penal, así como la responsabilidad civil derivada de ésta ante los delitos medioambientales es recogida en la Ley No. 62 de 1988 (Código Penal), en la cual se reflejan las sanciones para el que dañe o ponga en peligro el medio ambiente.

En Cuba para la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental se tienen en cuenta los siguientes instrumentos legales: Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo; Ordenamiento Ambiental; Legislación Ambiental; Evaluación de Impacto Ambiental; Licencia Ambiental; Inspección Ambiental Estatal; Investigación y Desarrollo Científico y Tecnológico; Educación y Divulgación Ambiental; Instrumentos Económicos Ambientales; Indicadores Ambientales para la Toma de Decisiones; y Política Ambiental Internacional.

Otros instrumentos legales relacionados con la minería a contemplar son:

- Decreto–Ley No. 57 Reglamento para la Evaluación y aprobación de proyectos técnicos de obra.
- Decreto No.100 Reglamento General de la Inspección Estatal.
- Decreto–Ley No.136 Del patrimonio forestal y fauna silvestre y sus contravenciones.
- Decreto–Ley No.138 De las aguas terrestres.
- Decreto No.180 Contravenciones de las regulaciones sobre el patrimonio forestal y la fauna silvestre.
- Decreto–Ley No. 200 De las contravenciones en materia de medio ambiente.

- Decreto–Ley No. 222 Reglamento de Ley de Minas.
- Decreto No.268 Contravenciones de las regulaciones forestales.
- Resolución No.130 Reglamento para la Inspección Ambiental Nacional.
- Decreto No.268 Contravenciones de las regulaciones forestales.
- Resolución No.286 Reglamento de la protección del medio ambiente y uso racional de los recursos naturales en la construcción.

La Ley de Medio Ambiente su Artículo 18 contempla los instrumentos de la Política y la Gestión Ambiental incluyendo: La Estrategia Ambiental Nacional, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo y los demás programas, planes y proyectos de desarrollo económico y social.

Las normas ISO 14 000 también fueron adoptadas por Cuba y en este sentido se promulgaron las Normas ISO cubanas que reglamentan todo lo referente a la gestión ambiental de las empresas.

A continuación alguna de estas normas:

- NC 14001:1998 Sistema de gestión ambiental. Especificación y directrices para su uso.
- NC-14024:1999 Etiquetas y Declaraciones Ambientales. Etiquetado Ambiental Tipo 1. Principios y Procedimientos.
- NC 14042: 2001 Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Evaluación del impacto del ciclo de vida. (ISO 14042: 2000, IDT).
- NC 14031: 2001 Gestión ambiental. Evaluación del desempeño ambiental. Directrices (ISO 14031: 1999, IDT).
- NC 14011:1998 Directrices para las auditorías ambientales - procedimientos de auditorías de y sistemas de gestión ambiental.
- NC23: 1999 Franjas forestales de las zonas de protección de embalses y cauces fluviales.

CAPITULO II. CARACTERIZACIÓN MINERO AMBIENTAL DEL YACIMIENTO

El área de estudio se encuentra ubicada al este de la ciudad de Mayarí a unos 7 Km aproximadamente, ubicándose en el poblado de Pílon, municipio Mayarí a 1 kilómetro al Sur de la carretera central Mayarí-Levisa, con coordenadas Lambert aproximadas mostradas en la (Tabla 2.1), según Hoja Cartográfica 5077-I-a, a escala 1: 25 000 como lo define el esquema de ubicación geográfica representada en la (Figura 2.1).

2.1. Generalidades de la actividad minera

A continuación se muestra una breve descripción del ciclo de desarrollo y los procesos tecnológicos de la cantera.

Procesos tecnológicos:

1. Tala y Desbroce
 2. Destape
 3. Extracción
 4. Carga
 5. Transporte
 6. Preparación mecánica
- Tala y Desbroce

En la tala y desbroce se realiza todo lo referente a eliminar la materia vegetal del área que se va explotar. Esta actividad es realizada con buldócer, cargadores y camiones de volteo.

Tabla 2.1 Coordenadas Lambert del yacimiento “El Pílon”

Vértice	X	Y
1	624 250	221 800
2	624 700	221 800
3	624 940	221 560
4	625 000	221 200
5	624 600	221 000
6	624 200	221 400



Figura 2.1. Ubicación del área de estudio

- Destape

En el destape consiste como su nombre indica destapar el mineral útil que es en este caso la caliza, es decir, eliminar todo el estéril que yace sobre el material útil. Se usa para este caso el buldócer dependiendo del espesor de material a mover y de las características de este. También puede usarse equipos de perforación y voladura de acuerdo a las condiciones existentes en el área.

- Extracción

La extracción no es más que el arranque que se le realiza al material útil, que en este caso es a través de la perforación y voladura, usándose para ello equipos para este fin: la carretilla barrenadora y el compresor.

Actualmente se perfora a una profundidad de 13 m, con una longitud de sobre perforación de 1 m, obteniéndose escalones de aproximadamente 12 m.

- Carga

El proceso de carga de la masa mineral se realiza mediante el uso del cargador frontal, marca VOLVO.

- Transporte

El transporte de la masa mineral se realiza mediante el uso de camiones de volteo. Se usa para este fin el Camión Belaz y en algunos casos el Maz 700.

- Preparación mecánica

La preparación mecánica se realiza a través del molino que posibilita la obtención de los materiales de construcción como es: piedra de hormigón, gravilla, granito, arena, polvo de piedra.

2.1.1. Organización general de los trabajos mineros

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

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

En este caso se ha tenido en cuenta:

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

La elección fue:

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

A partir de la experiencia práctica, en la cantera se consideran 26 días de afectación por condiciones climáticas adversas.

2.1.2. Régimen de trabajo y productividad de la cantera

De acuerdo a los datos obtenidos luego de un análisis relacionado con las producciones realizadas en los últimos años, además de los volúmenes extraídos y teniendo en cuenta el estado técnico de la planta procesadora junto con el equipamiento a utilizar hemos determinado una producción anual de 120 000 m³ manteniéndola constante durante los 5 años ya que aunque las demandas de los productos pudieran crecer y el equipamiento ha sido mejorado, oficialmente los planes hasta ahora deben mantenerse similares. El piso inferior donde se trabajará será el nivel + 60.

Esta empresa cuenta con los equipos necesario para las labores mineras: una excavadora marca Hitachi de modelo UH-181, un cargador volvo L-180E, Buldócer Komatsu D-85, además de dos Camiones de volteo Belaz 7540- A, un compresor Betico, una Carretilla barrenadora y un cargador Volvo L-60E, a continuación se muestra la relación y características productivas de los mismos (Tabla 2.2)

Tabla 2.2 Relación de equipos para la minería de la cantera

No	EQUIPO	MARCA	MODELO	RENDIMIENTO	CANTIDAD
1	Excavadora	Hitachi	UH – 181	1.5 m ³	1
2	Cargador	Volvo	L – 180E	4.6 m ³	1
3	Buldócer	Komatsu	D-85	220 hp	1
4	Camión volteo	Belaz	7540 –A	15 m ³	2
5	Compresor	Betico	-	4 m ³ /h	1
6	Carretilla barrenadora	Segeda	-	10.5 m/h	1
7	Cargador	Volvo	L-60E	1.75 m ³	1

2.1.3 Esquema tecnológico y elementos principales de explotación

A partir de la experiencia acumulada, considerando los factores técnico- mineros de explotación, los límites de los bloques B-I y B-II y los límites de la concesión minera consideramos factible mantener dos niveles de explotación: nivel +70 y nivel +60, referidos a la cota de los pisos del escalón (se llamará de esta forma aunque estas cotas son ligeramente superiores y no se planificarán trabajos de explotación en el nivel +80 por encontrarse el borde de este escalón en los flancos este y noreste de la cantera fuera de los límites de los bloques B-I y B-II respectivamente.

Será utilizado en lo sucesivo (como hasta ahora) el esquema tecnológico de transporte, para la ejecución de los trabajos mineros con el acarreo de la roca de estéril hacia la escombrera o de material útil hacia la tolva receptora o almacén de mineral. Todas las rocas se extraen con la granulometría primaria obtenida de los trabajos de voladura.

La mayor parte de los servicios de perforación de las rocas para los trabajos de voladura serán contratados a EXPLOMAT el cual los realizará con la carretilla barrenadora Atlas Copco con diámetro de broca igual a 115 mm. La parte restante será realizada con el complejo de barrenación del centro. En la (Tabla 2.3) se muestran los parámetros de perforación y voladura.

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

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

Los elementos principales de explotación son:

- Altura del escalón: 11 m
- Talud del escalón en su estado de trabajo: 80°
- Talud del escalón en su estado final: 80°
- Ancho de la berma de seguridad: 3 m
- Ancho de la plataforma de trabajo 22 m

2.2. Descripción del medio ambiente

- Antecedentes ambientales del área de estudio

Originalmente el área de estudio constituía una especie de morfoestructura cársica en forma de meseta que culminaba en farallones abruptos, hacia el arroyo adyacente a la cantera, donde desembocaban un sinnúmero de formaciones cavernosas (Ver fotos 1 y 2).

Existía en el área una formación vegetal propia de este entorno geográfico, similar a la que actualmente existe en la rivera opuesta del río y cuyos relictos son testigos vivientes de una vegetación exuberante con una riqueza incalculable de especies florísticas, que además sostenía comunidades de fauna hidrófila, a los que

eventualmente se le sumaban elementos de comunidades xerófilas provenientes de los charrascales aledaños (ENIA, 2002).

Tabla 2.3 Parámetros de perforación y voladura

No.	PARÁMETROS	U/M	CANTIDAD
1	Volumen de roca a extraer	m ³	120 000
2	Red de perforación	m	3.5 x 4.5
3	Productividad por barrenos	m ³	288
4	Altura del escalón	m	11.0
5	Diámetro de los barrenos	mm	115
6	Línea de menor resistencia	m	3.5
7	Distancia entre filas	m	3.5
8	Distancia entre barrenos	m	4.5
9	Volumen de roca a extraer por barreno	m ³	173
10	Sobre perforación	m	1.0
11	Índice de barrenación	m /m ³	0.051
12	Longitud de carga total / barreno	m	7.6
13	Longitud de atraque	m	1.0
14	Longitud de explosivo industrial / barreno	m	1.5
15	Carga de explosivo industrial / barreno	kg	17.91
16	Longitud de explosivo nacional / barreno	m	6.1
17	Carga de explosivos nacional / barreno	kg	61.0
18	Gasto específico de explosivo total	kg/ m ³	0.46
19	Por ciento de rocas sobre medidas	%	5

En el Anexo 1 se muestra un dossier fotográfico de la cantera “El Pilón”.



Fotos 1 y 2. Formaciones cavernosas en el área de estudio

A partir de la interpretación de las conversaciones sostenidas con el antiguo propietario de este terreno, es posible asumir que el comienzo de la explotación de la cantera, las zonas boscosas ya se encontraban impactadas, esencialmente por la ganadería y la tala del bosque original.

La planta trituradora de piedra y arena artificial para la construcción Miguel García Infante comenzó sus trabajos en 1961 introdujo nuevas acciones que acabaron por transformar las condiciones del lugar, con una capacidad de 70 000 m³ de piedra triturada y arena artificial al año. En 1977 se le incorporó otra trituradora y clasificadora elevando su capacidad a 300 000 m³/año por vía húmeda más los 70 000 m³/año antiguos por vía seca. Desde el comienzo de la explotación se han extraído alrededor 200 000 m³ de masa rocosa.

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

En estos momentos la instalación ha sido objeto de un proceso inversionista y modernización de su parque minero automotor y se cuenta con la actualización del proyecto minero para la explotación del yacimiento para los años comprendidos entre el 2014-2019.

- Geología

El área del yacimiento pertenece desde el punto de vista geológico al anticlinorium Mayarí- Baracoa y está conformado por calizas pertenecientes a la Formación Charco Redondo, que datan del Eoceno Medio. Son calizas órgano detríticas, brechosas en los horizontes superiores y estratificados en profundidad; y su color varía desde el blanco grisáceo y blanco cremoso hasta rosado.

El cuerpo de mineral útil se extiende hasta la cota +50 y el mismo tiene una yacencia monoclinial, con un ángulo de buzamiento suave de 5-10 grados y una dirección NW-SE.

Existe un gran desarrollo del carso tanto superficial como subterráneo, representado por diente de perro y un sistema de cavernas, algunas de las cuales han alcanzado un ancho de hasta 25 m y profundidades superiores a los 30 m. La de mayores dimensiones se encuentra protegida y preservada para otros intereses, fundamentalmente militares, por lo que el área donde se ubica se excluye de la explotación.

El basamento de la secuencia carbonatada está constituido por serpentinita de color verdoso, con grietas que en ocasiones aparecen rellenas de carbonato de calcio.

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

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

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

Calizas órgano brechosas: Conforman la inmensa mayoría de las reservas útiles, son rocas duras compactas, masivas, agrietadas, de colores que van desde el blanco amarillento hasta el rosado claro, generalmente estas rocas conforman la parte

superior del yacimiento con una potencia variable desde 3.0 m en el Pozo #43 hasta 65 m en el Pozo # 11- A. Estas rocas se localizan en la totalidad de los pozos. (Ver foto 3).

Según datos de laboratorio esta capa se mantiene más o menos homogénea tanto por el rumbo como por el buzamiento.

Es en estas rocas brechosas donde se localizan la inmensa mayoría de las manifestaciones cársticas y principalmente hacia la parte central y suroeste del yacimiento, cerca del frente de cantera, representado por grandes cavernas vacías y rellenas.

Calizas organógenas y órgano detríticas: Estas rocas se localizan por debajo de la capa de caliza brechosa, recristalizada, con muchos restos fósiles, los colores varían desde el blanco gris hasta el rosado muy claro. Las potencias de estas rocas varían desde los 3 m como mínimo en el Pozo # 43 hasta 13 m como máximo en el Pozo # 74. (Ver foto 4 y 5)



Foto 3. Calizas órgano brechosas

Esta capa es cortada por casi toda la totalidad de los pozos, se mantienen más o menos constante por el rumbo y buzamiento, sus parámetros físico mecánicos son más o menos estables y similares a los de la caliza brechosa, pero con tendencia a ser más bajos.

La porosidad tiende a ser algo mayor que en las calizas brechosas, pues tienen valores de hasta 15 % al igual que las dimensiones de los poros, que aumentó hasta un milímetro y en ocasiones mayores. En estas rocas de porosidad alta es donde disminuyen los valores de la resistencia a la compresión.

Las rocas se encuentran agrietadas y los testigos están poco conservados. En este tipo de rocas existe un agrietamiento principal horizontal el cual no es apreciable en los pozos de perforación.

Calizas estratificadas: Estas calizas son las menos potentes dentro de las secuencias de rocas carbonatadas que componen el yacimiento, su potencia oscila desde 5 m en el Pozo 43 hasta 15 m en el Pozo 14 – A, son rocas duras, masivas, compactas de granos muy finos, con colores que van desde el gris al gris verdoso, se presentan estratificadas y en cuyos planos de estratificación se observa un material arcilloso carbonatado de color verdoso y en ocasiones pardo. (Ver foto 6)



Foto 4 y 5. Calizas órgano brechosas y órgano detríticas



Foto 6. Calizas estratificadas

Las rocas que se denominan estratificadas ocupan la parte más baja de la secuencia. Esta capa de calizas estratificadas fue tomada en las investigaciones como horizonte guía pues es muy clara su posición en el corte y es donde mejor se pueden medir los elementos de yacencia.

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

- Carso superficial
- Carso subterráneo

Carso superficial: En la superficie el carso se localiza como cavernas vacías de 20 m de profundidad por 4 – 5 m de ancho generalmente en forma de embudo. También se localiza el diente de perro como resultado de este proceso. (Ver foto 7)

El volumen del carso superficial fue calculado en 10008 m³, el mismo se localiza principalmente en la parte central y suroeste del yacimiento, desarrollándose este fundamentalmente en la caliza brechosa.

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



Foto 7. Carso superficial

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

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

El carso subterráneo se desarrolla fundamentalmente en el parte central aledaña a la cantera.

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

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

- Rocas de cubiertas

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

Según el grado de complejidad de la estructura geológica del yacimiento este se ubica en el grupo II (según instrucción de la Comisión Estatal de Reservas de la antigua URSS) debido al gran desarrollo del carso y la variabilidad en la potencia de las capas de material útil que conforman el yacimiento.

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

- Características cualitativas del mineral

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

Según la tarea técnica las calizas del yacimiento que se utilizan para producir las piedras trituradas hacen falta evaluarlas desde el punto de vista de su utilización en las diferentes ramas de la construcción, en correspondencia con las exigencias de las normas siguientes:

1. GOST – 10268 – 70 Agregado para hormigón pesado
2. GOST – 8224 – 72 Hormigón para carreteras
3. GOST – 9128 – 76 Mezclas de hormigón asfáltico de carreteras, aeródromos y hormigón asfáltico.
4. GOST – 8267 – 75 Piedras trituradas de la piedra natural para los trabajos de construcción.
5. GOST – 8736 – 77 Arenas para los trabajos de construcción.

Horizonte de explotación + 100

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

- Hidrología superficial y subterránea

La red hidrográfica de la zona está conformada fundamentalmente por el arroyo (El Polo), cuyo curso es intermitente y corre a menos de 100 m del área del yacimiento con una dirección sudeste – noroeste. Como tributarios del mismo existen otros arroyos pequeños y numerosas cañadas que solo corren en tiempo de lluvia.

Las aguas subterráneas yacen a profundidades mayores de 12 m y se alimentan de las precipitaciones atmosféricas.

Tanto las aguas superficiales como las subterráneas son dulces, con una mineralización menor que 1 g/l.

- Fisiografía

El relieve del área es colinoso, con cotas absolutas de hasta 105 m, descendiendo con suaves ondulaciones hacia el oeste, donde extiende la cuenca del río Mayarí.

Hacia el sur del área el relieve se torna más irregular, con elevaciones que en ocasiones sobrepasan los 300 m y valles estrechos y abruptos.

- Calidad atmosférica

La calidad del aire se encuentra afectada por el proceso extractivo y específicamente por la tecnología utilizada en el área del molino, (Foto 8) que no es moderna, lo que unido a la circulación de los vehículos que trasladan el material, provoca que la cantidad de polvo en suspensión en la atmósfera durante el proceso sea superior a la concentración normada, constituyendo un serio peligro para la salud de los trabajadores y el medio ambiente en general.

La contaminación sónica existente está asociada fundamentalmente a las actividades antes señaladas.



Foto 8. Molino de preparación mecánica

- Flora
 - Fitogeografía

Al nordeste de la provincia de Holguín se encuentra la cantera de caliza, ubicada en el distrito fitogeográfico Cristalense (Borhidi, 1996), una zona que contiene un elevado endemismo (Samek, 1973; Borhidi, 1996; Hernández, 2001), referenciado por Mulet (2013).

Actualmente en el área de la cantera hay especies intrapófitas pioneras, intrapófitas recurrentes, hemiagriófitas y un gran número de especófitos son muestra palpable de la actividad antrópica y como testigo de la vegetación original solo quedan algunas especies que han renacido en las acumulaciones de bloques de caliza que han quedado en las áreas no explotadas hace algún tiempo.

No obstante, en las zonas aledañas aparecen formaciones vegetales bastante conservadas, las que se describen a continuación:

- Flora circunvecina sobre caliza.

La vegetación de mogotes se desarrolla sobre paredones con una gran representatividad de especies como *Clusia rosea* y otras del genero *Ficus*, además está representada la palma real (*Roystonea regia*), (Foto 9), *Cecropia scheberrima*. *Cupania glabra*, *Dendropanax arbórea*, *Rythy dophyllum*, etc.

Abundan las lianas y sotobosque está poblado por un elevado número de especies de helechos de los géneros *Nephrolepis*, *Hemionites*, *Telypteris*, *Asplenium*, abundando el *Rhypsalis cassutha* que vive sobre plantas o rocas. También un lugar importante los musgos de los géneros *Thuidium*, *Barbula*, *Marchantia*, *Sphagnum* y *polytrychium*, entre otros.

Las plantas epífitas están representadas por las bromeliáceas de los géneros *Tillandsia*, *Hoembergia*, y *guzmania*, y aparecen también especies de orquídeas del género *Encychlia*.



Foto 9. Palma real (*Roystonea regia*)

- Flora y vegetación circunvecina sobre serpentinita

Hacia el este y en la base del mogote de la parte sur de la cantera se desarrolla un charrascal, formación característica de la región oriental de Cuba y precisamente en esta zona es donde mejor representado esta.

Esta formación vegetal representa un elevado endemismo. Los endémicos estrechos que aquí se desarrollan se adaptan a la alta toxicidad de los metales pesados existentes en el suelo, así como a la pobreza de nutrientes, y a la escases de agua, son esqueléticos, muy poco profundos donde el horizonte A no se vislumbra (Hernández, 2001) referenciado por Mulet (2013). Es abundante el endémico local *Annona nipense* (Foto 10).

Es evidente la gran vulnerabilidad de este ecosistema y la necesidad de que en el futuro no sea alterado como consecuencia de las labores de explotación.



Foto 10. La *Annona nipense* planta endémica del norte oriental

- Bosque de galería

Esta formación vegetal se localiza al oeste de la cantera sobre las márgenes de un arroyo de curso intermitente (El Polo), pero conserva niveles de humedad suficiente para el desarrollo de una flora rica en especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, así como lianas leñosas y herbáceas, helechos, musgos, algas verdes microscópicas y otras plantas acuáticas o palustres que garantizan el inicio del flujo de energía en los ecosistemas acuáticos.

- Vegetación secundaria

Se localiza hacia el sur y el oeste de la cantera, ocupada por plantaciones de *Cocos nucifera*, *Musa sapientum*, *Manihot sculenta* y otras especies frutales y maderables, formando agroecosistemas importantes.

Son representativas las especies Herbáceas de los géneros *Cyperus*, *Andropogon*, *Tecoma Stan* (Foto 11), *Gouania*, *Centrosema*, *Galactia*, *Stachytarpheta*, *Solanum*, entre otros.



Foto 11. Tecoma Stans

- Fauna

La vegetación existente originalmente en el área de estudio sostenía comunidades de fauna higrófila de bosques semicaducifolios a los que eventualmente se le sumaban elementos (especies) de comunidades xerófilas provenientes de los charrascales aledaños y las formaciones cavernosas albergaban una rica y diversa fauna, correspondiente a este tipo de hábitat.

Ya en el año 1961 al irrumpir la minería, esta área comienza adquirir paulatinamente los elementos característicos de comunidades de fauna antrópogena, lo cual trajo como resultado la considerable antropización que se observa hoy en día, donde predominan especies tales como: Paloma Rabiche (*Zenaida macroura*), Tojosa (*Columbina passerina*), Gorrión (*Passer domesticus*), Sabanero (*Sturnella magna*), Chichinguaco (*Quiscalus niger*), Sinsonte (*Mimus polyglottos*), Araña Viuda Negra (*Latrodectus mactans*), Lagartija común (*Anolis sangrer*) y moluscos como: *Hemistrochus fuscolabiata* y *Praticolela griseola*, entre otras. Es de significar que se observaron también especies provenientes de comunidades aledañas como el negrito (*Melopyrrha nigra*) y la *Polymita venusta*.

La fauna cavernícola ha sido al parecer una de las más impactadas debido a las explosiones; las poblaciones de murciélagos han desaparecido de muchas de las cuevas (de las que todavía se conservan) y con ellos toda una suerte de fauna guanofila asociada. Sin embargo aún hoy son utilizadas como refugio y nidificación

de la golondrina de cuevas (*Pterochelidon fulva*) una especie migratoria, residente de verano que cría en Cuba.

- Uso y aprovechamiento de la tierra

En la zona de interés la tierra tiene un uso fundamentalmente agrícola y ganadero. Adyacente a la cantera aparece una parcela ocupada por plantaciones de coco y otras están sembradas de cultivos varios, constituyendo importantes agroecosistemas para el autoconsumo de la población residente en el lugar.

El material de la cantera es procesado y completamente utilizado de diversas formas.

- Aspectos socioeconómicos y culturales

Cercano al área de la cantera se encuentra el asentamiento rural “El Pilón” que consta de viviendas, con diferentes estilos constructivos, existiendo desde el típico bohío hasta otras más modernas del tipo chalet. La población residente en el mismo se encuentra dispersada.

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

La actividad económica fundamental de la zona es la ganadería y en menor grado la agricultura.

El acceso al área se realiza a través de la carretera Holguín – Moa y luego por un terraplén de 1 Km aproximadamente hasta el mismo yacimiento.

- Estado actual del medio ambiente

Los trabajos sistemáticos de la explotación de la cantera han provocado una total transformación de las condiciones ambientales en lugar.

La meseta conformada por rocas calizas afectadas por el proceso cársico que originó un sistema cavernario donde las estalagmitas formaban figuras caprichosas y de gran belleza, fue cediendo paso a un paisaje nuevo totalmente degradado y sin

calidad visual, en el que predominan grandes excavaciones a diferentes niveles, separadas por taludes casi verticales de más de 3 m de alto

La vegetación que existía en lugar, característica de mesetas de este tipo, fue desapareciendo en la medida que se abrían nuevos frentes, ampliando el área de explotación; provocando que las especies de la fauna fueran emigrando hacia zonas cercanas no afectadas por la actividad.

Las poblaciones de murciélagos que habitaban en las cavernas fueron desapareciendo, al igual que la fauna guanófila asociada a estas.

La atmósfera del lugar se encuentra altamente contaminada por polvo y ruidos fundamentalmente en las horas de extracción y procesamiento del material.

A modo de resumen puede decirse sin temor a errores que el área que ocupa la cantera se encuentra totalmente antropizada, no obstante en sus alrededores es posible encontrar zonas que aún conservan valores importantes de diversidad biológica, las que deben ser protegidas ya que al seguir ampliando el área productiva según la concesión minera, pueden producirse en las mismas, impactos de gran significación para la flora y la fauna.

Los efectos de la minería futura pueden ser los siguientes:

- ✓ En la medida en que se trabaje en cotas inferiores a las actuales y se depositen sedimentos en el arroyo (ya que se pudo constatar la presencia en el mismo de material procedente de la cantera), producirá un efecto devastador sobre la flora y la fauna acuática, provocando un deterioro en el equilibrio ecológico de los ecosistemas aguas abajo.
- ✓ La expansión de los trabajos de laboreo hacia el sur puede impactar la flora que se desarrolla en el charrascal, poniendo en peligro la supervivencia de especies de gran interés por ser endémicas.

La situación actual del área concesionada contiene diferentes afectaciones al medio ambiente que en la actualidad se producen en diferentes sectores que pudieran agruparse de la siguiente forma:

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

En la cantera se han establecidos una serie de medidas que deben cumplirse aunque no responden a un plan de rehabilitación elaborado:

1. Se prohíbe la creación de nuevas escombreras.
2. Cumplir con lo establecido en el pasaporte de barrenación y voladura aprobado por la Unidad de Medio Ambiente del CITMA de Holguín.
3. En caso de aparición de cavernas comunicarlo de inmediato a la Unidad de Medio Ambiente para su evaluación.
4. Mantener periódicamente la limpieza de las lagunas de decantación existente.
5. Señalizar todos los límites del área de concesión minera autorizado a explotar.
6. Limitar el destape de la capa vegetal exclusivamente a las áreas debajo de las cuales existen reservas de calizas autorizadas a explotar (en este periodo de tiempo no procede).
7. Forestar las áreas minadas una vez terminada la explotación de las reservas de calizas.
8. Almacenar en lugares adecuados los equipos en desuso y la chatarra la que finalmente se entregará a su recuperación.
9. Ubicar correctamente los desechos industriales como estériles, lodos y facilitar su comercialización.
10. Continuar gestionando la aprobación del financiamiento necesario para la realización del proyecto de despolvorización para la eliminación o mitigación del mismo en las instalaciones industriales.
11. Cumplir con las exigencias planteadas en la Licencia Ambiental.
12. Hacer simulacros y ejercicios demostrativos según el plan de liquidación de averías y contingencias existentes.

CAPÍTULO III IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. ORGANIZACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

El objetivo de este capítulo consiste en identificar y valorar las principales afectaciones ambientales producidas por la explotación a cielo abierto de los yacimientos de materiales de construcción, para diseñar un plan de medidas que sirva para minimizar o mitigar los impactos ambientales productos de la actividad minera en el yacimiento.

En esta fase se realiza un reconocimiento preliminar de la situación ambiental en el sector de estudio, identificando y caracterizando los impactos ambientales resultado de la interacción de las actividades mineras sobre los factores ambientales, de tal forma que constituya un punto de partida para la valoración de estos impactos en una etapa posterior.

3.1. Identificación de los Impactos Ambientales

Partiendo de que el impacto ambiental es la repercusión o alteración positiva o negativa en el medio ambiente provocada por la acción antrópica o un elemento ajeno a dicho medio, que genera consecuencias notables en él y a partir de la problemática ambiental que afronta el sector del yacimiento “El Pílon” con relación a sus recursos naturales, se determinan los impactos ambientales que produce la explotación a cielo abierto, como resultado de las prácticas incorrectas actualmente empleadas.

Al establecer el procedimiento para identificar las actividades impactantes, los aspectos ambientales susceptibles de recibir impactos y los impactos ambientales de los productos, procesos y servicios la organización, debe tener presente que la relación actividad - impacto es de causa - efecto. Las actividades mineras son las causas y los impactos ambientales son los efectos sobre los factores ambientales.

Para realizar la identificación de los impactos ambientales se realizó una lista de verificaciones, en la que se relaciona el factor ambiental con la acción o actividad minera determinada, cuya interacción produce impactos al medio ambiente, los

cuales aparecen de forma detallada sobre cada tipo de medio, en las siguientes tablas.

3.1.1. Impactos Ambientales sobre el Medio Físico

Tabla 3.1 Lista de Verificación del Medio Físico

Factor Ambiental		Acción / Actividad	Impacto
Climatología	Calidad del aire	Perforación, carga y voladura. Transporte de maquinaria. Movimiento de tierras. Formación de escombreras. Preparación mecánica (Vía seca)	Emisión de polvo y gases a la atmósfera. Emisión de ruidos y Vibraciones.
Hidrografía	Aguas Superficiales	Excavaciones, Perforaciones. Preparación mecánica (Vía húmeda)	Alteración de la calidad por deposición
	Aguas Freáticas	Vías de transporte. Infraestructura.	Contaminación de los acuíferos locales por las aguas residuales.
Geología y Geomorfología	Geología Regional. Geología Local. Topografía.	Residuos de estériles. Perforaciones y Fragmentación. Construcción de taludes. Construcción de viales.	Aumento de los procesos erosivos. Cambios en la topografía.
Paisaje		Desbroce de la vegetación. Residuos de estériles. Perforación, carga y voladura. Abandono de la mina. Construcción vial. Infraestructura.	Alteraciones de la calidad visual

3.1.2. Impactos Ambientales sobre el Medio Biótico

Tabla 3.2 Lista de Verificación del Medio Biótico

Factor Ambiental	Acción / Actividad	Impacto
Flora	Desbroce de la vegetación. Perforación, carga y voladura. Construcción vial. Residuos de estéril. Abandono de la mina. Infraestructura.	Remoción de la vegetación y deforestación.
Fauna	Construcción vial. Perforación, carga y voladura. Excavaciones. Transporte de material. Desbroce de la vegetación. Infraestructura. Residuos de estéril.	Alteración del Hábitat natural y desplazamiento de la fauna
Equilibrio Ecológico	Perforación, carga y voladura. Desbroce de la vegetación. Construcción vial. Abandono de la mina. Escombreras. Excavaciones. Movimientos de tierras. Acarreo de material.	Pérdida de la biodiversidad.

3.1.3. Impactos Ambientales sobre el Medio Antrópico

Tabla 3.3 Lista de Verificación del Medio Antrópico

Factor Ambiental	Acción / Actividad	Impacto
Economía	Comercialización. Construcción de vías. Infraestructura. Transporte.	Aumento de empleo. Aumento de la demanda por servicios sociales.
Vialidad	Construcción de vías. Abandono de la mina. Desbroce de la vegetación. Infraestructura.	Incremento en el número de accidentes.
Salud	Transporte. Emisión de gases contaminantes.	Aumento en el número de enfermedades.
Cultura	Comercialización.	Enriquecimiento de la diversidad cultural.

3.2. Caracterización de los Impactos Ambientales

El objetivo de la caracterización de los impactos ambientales es poner en práctica un criterio basado en el cuidado y protección del medio ambiente, que busque soluciones adecuadas y reúna siempre diferentes medios que disminuyan los efectos negativos, valorando en cuanto a los peligros que conlleva y ponderarlo con otras informaciones e intereses de manera flexible con respecto a los fenómenos analizados.

3.2.1. Caracterización de los Impactos Ambientales al Medio Físico

Entre los impactos de mayor repercusión se encuentran:

- Emisión de polvo a la atmósfera

En el área de estudio uno de los principales contaminantes del aire son las nubes de polvo causadas particularmente por tráfico de camiones por caminos no

pavimentados, por la actividad de voladura, la producción de la planta de preparación mecánica por vías húmeda, las perforaciones hechas para la actividad de voladura, las que se encargan de poner las partículas en suspensión en función de su granulometría, humedad y vientos predominantes, siendo transportadas a distancias variables, aclarando que en temporadas de estiaje o sequía se incrementan las emisiones de polvo en gran medida, lo que disminuye la calidad del recurso natural aire.

- Emisión de gases a la atmósfera

Otro factor que incide en la contaminación del aire son los nitratos emitidos por la acción de la voladura, e igualmente los gases productos de la combustión que producen los equipos de diésel, como por ejemplo el monóxido de carbono, que al ser absorbido por los pulmones reacciona con la hemoglobina formando carboxihemoglobina, lo cual reduce la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre. El proceso de inhalación de monóxido de carbono (CO) es reversible, es decir al eliminarse este de la atmósfera la persona se recupera fácilmente, lo que depende del tiempo de exposición que se haya sometido al individuo. Una prolongada exposición puede causar serios daños cerebrales e incluso la muerte, este tipo de contaminación no tiene una significación tan alta en la cantera ya que las voladuras se realizan esporádicamente y la combustión del proceso de transporte no es agravante.

- Emisiones de ruidos (Foto 12)

El ser humano se ve sometido durante la mayor parte del día a la influencia más o menos directa del ruido, originándole molestias que pueden convertirse a largo plazo en lesiones graves del sistema auditivo y nervioso, influyendo en sus condiciones psíquicas. Las consecuencias más graves de la emisión del ruido son:

- ✓ Cambios auditivos temporales.
- ✓ Patologías auditivas o daños permanentes.
- ✓ Interferencia en la comunicación.
- ✓ Afectaciones al sistema cardiovascular, respiratorio, digestivo y nervioso central.

Dentro de las emisiones de ruido se encuentran las continuas y variables y las de alta intensidad.

Emisiones continuas y variables de ruido: Se producen emisiones continuas de ruido ocasionadas por el movimiento de maquinaria en el sitio de laboreo, y emisiones variables que son generadas por el paso de camiones de volteo, equipos de carga y vehículos de menor tamaño, transportando ya sea combustible, materia prima, personal y artículos de primera necesidad y debido a los procesos tecnológicos de la preparación mecánica.

Emisiones de ruido de alta intensidad: Se consideran emisiones de alta intensidad a las explosiones que se efectúan en el proceso de laboreo minero, y que alteran significativamente las condiciones de calidad de vida de los pobladores.

Se considera que las emisiones continuas y variables ocasionan impactos que son menores y directos, porque son consecuencia de la faena de laboreo minero, en cambio las emisiones de alta intensidad intermitente, ocasionadas por las voladuras, producen impactos mayores al personal que está expuesto.

- Emisión de vibraciones (Foto 12)

En la cantera “El Pilón” estas vibraciones se producen durante la actividad de voladura en el proceso de detonación de una carga explosiva en un banco o en la apertura de un nuevo horizonte de explotación, liberándose una energía potencial muy grande y en un periodo de tiempo relativamente corto. Generalmente los explosivos comunes que se utiliza en la explotación minera producen presiones entre 2000 y 6000 bars, igualmente la potencia de una detonación de explosivos es altísima, típicamente alcanza valores que son del orden de 16 Gigawatts. Esta presión que se produce provoca una onda de choque dando origen al fenómeno de fragmentación de la roca sobre el frente de trabajo del banco, en cambio otra parte de esa energía es liberada en el medio ambiente extendiéndose a través del macizo rocoso y del aire, que es la que causa un impacto ambiental, la onda de choque es amortiguada a medida que su frente se aleja de su origen.



Foto 12. Emisión de ruido y vibraciones durante la operación de los equipos de preparación

Al elaborarse un proyecto de explotación de un yacimiento es necesario tener una evaluación previa de las consecuencias de las vibraciones sobre los asentamientos poblacionales de los alrededores del yacimiento.

- Alteración de la calidad de la aguas por deposición de sólidos (Foto13)

Dentro del área estudiada se encuentra el arroyo “El Polo” sobre el cual se ejerce un impacto negativo sobre la calidad de sus aguas. Fundamentalmente la fuente de contaminación sobre estas aguas está dada por el arrastre de los lodos procedente de la Planta que son depositados en la parte trasera del taller mecánico directamente en el suelo muy cerca de la piscina de recirculación del agua utilizada en el proceso y que por su mal estado con frecuencia se desborda fomentando de conjunto con las lluvias el desplazamiento de estos lodos al río, como huella de este proceso puede visualizarse en el terreno. Otra fuente de contaminación es la deposición de las partículas de polvo transportadas por los aires provenientes de la Planta.



Foto 13. Piscina de recirculación contaminada por el lodo

- Contaminación de acuíferos locales por residuales líquidos

La presencia de residuales líquidos en los acuíferos afecta a la calidad del agua, generalmente estos tienen como origen las instalaciones sanitarias, comedor y desechos de aceites y lubricantes, en el caso del área de estudio no existe un alto nivel de contaminación por este concepto ya que cuenta con un sistema de pretratamiento consistente en filtros y fosa maura para las instalaciones sanitarias, lo que evita el contacto de estos residuales con el río y el manto freático, el mayor impacto lo causan los residuales de la cocina - comedor las que se vierten directamente.

- Alteración de las formas del relieve y composición del suelo

Existen modificaciones de la pendiente por la construcción de caminos de acceso a la mina, lo que altera la geomorfología del sitio de estudio. La remoción de estéril, así como las actividades del laboreo minero del yacimiento, implican cambios de la geomorfología de gran significación. Sobre el componente geomorfológico, se observa un impacto negativo identificado como alteración de las geoforrmas. Este impacto se considera importante ya que se presenta a corto plazo y con carácter irreversible.

- Aumento de los procesos erosivos

Las actividades de construcción de los caminos de acceso al yacimiento y al frente de trabajo y la explotación de los bancos con la operación de maquinaria como buldócer, retroexcavadora, cargador y camiones, remueven gran parte del suelo produciendo un incremento de la erosión en el área de la cantera.

- Compactación de la capa del suelo

Existe una compactación del suelo en los sectores de tránsito, especialmente de equipos y maquinaria pesada. No obstante este impacto presenta poca importancia en la zona de estudio, partiendo del criterio que este es un impacto acumulativo de largo plazo aunque de naturaleza irreversible.

- Cambios en la composición topográfica

La influencia que ejercen los cambios en la composición topográfica del terreno como consecuencia del laboreo minero, se observan principalmente en la intensidad erosiva que se produce a través de los cambios que suceden en la inclinación y largo de la ladera, estos factores intervienen directamente en la velocidad de los torrentes, en los que se genera pérdidas de suelo estos efectos son visibles en áreas puntuales de la cantera.

- Alteración de la calidad visual

Esta alteración se visualiza con la presencia de las escombreras de estéril extraídas producto de la apertura de los caminos, de la construcción de los bancos de explotación y el efecto de las voladuras, alterando el paisaje por la introducción de nuevos elementos a la situación original. Generalmente este impacto tiene un carácter irreversible y permanece aún después de terminadas las actividades mineras, se produce la modificación del hábitat con valores paisajísticos también irreversibles, a esto se suma que la acción de la lluvia contribuye también a modificar el paisaje ocasionando una erosión mayor en el área de explotación.

3.2.2. Caracterización de los Impactos Ambientales al Medio Biótico

Entre los principales impactos en el medio biótico se encuentran:

- Remoción de la vegetación y deforestación

La remoción de la vegetación y eventualmente de la flora existe en la superficie del yacimiento y de las vías de acceso al mismo (Foto 14). En el área de estudio se observan especies vegetales que disminuyen la pérdida de la cobertura vegetal, y su destrucción, por la tala de árboles como consecuencia de la apertura de carreteras, caminos y vías para el acceso al área de explotación, aunque siempre se tiene previsto un proyecto de rehabilitación de los sectores que han culminado su explotación.



Foto 14. Remoción de la vegetación

- Alteración del hábitat natural y desplazamiento de la fauna

La magnitud del impacto de la alteración del hábitat y el desplazamiento de la fauna en la cantera “El Pílon” es medio, ya que no afecta en forma directa a especies con problemas de conservación o extinción. El impacto es irreversible y se manifestara a largo plazo, en el área de estudio se producen algunas pérdidas pero es más frecuente las migraciones de animales como es el caso del murciélago que habita en cuevas existentes en el área de explotación, fundamentalmente provocados por la actividad de voladura.

- Pérdida de la biodiversidad

Algunas discusiones recientes sobre la conservación de la biodiversidad han reconocido un vínculo estrecho y mutuo entre la biodiversidad y la diversidad cultural, proponiendo la conservación de ambos en un ambiente local. Como resultado de la explotación del yacimiento ocurre la pérdida de algunas especies principalmente de ámbitos más sedentarios, como reptiles y mamíferos pequeños, igualmente aves pero en menor escala, su pérdida se considera de escasa y baja magnitud, puesto que afecta solo a un número reducido de especímenes.

3.2.3. Caracterización de los Impactos Ambientales sobre el Medio Antrópico

Los impactos más comunes en el medio antrópico se encuentran:

- Aumento de empleo

La creación de nuevos empleos directos o indirectos, es vista como uno de los impactos positivos más importantes de la explotación minera. En el yacimiento esto se evidencia con la contratación de mano de obra generando un aumento de empleo, pero dada las dimensiones de demanda de mano de obra, el impacto es de baja intensidad.

- Aumento de la demanda por servicios sociales

Por la presencia de la explotación del yacimiento, se produce la demanda de servicios sociales como transporte, educación, servicios de salud, beneficiando incluso a la población cercana a la cantera.

- Impacto visual

Este impacto se manifiesta claramente en el sitio de estudio donde se producen alteraciones no deseadas en el paisaje, (Foto 15) que son la causa de la percepción negativa por parte de individuos o grupos sociales. La explotación minera a cielo abierto causa alteraciones de las formas del relieve, que son un fuerte impacto visual, taludes de caminos, acumulaciones de estéril, áreas de deposición de desechos, líneas de transmisión de energía e inclusive las instalaciones industriales son también causa de intrusión visual usualmente percibidas como negativas.

- Incremento en el número de accidentes

En relación con los accidentes, su aumento por la operación de mayor tránsito es indiscutible, ya que no solo va haberse afectado por el tránsito del personal de trabajo en la cantera sino que habrá asistencia a la cantera de clientes de otras empresas, debido al objeto de trabajo que cumple (producción de materiales de construcción).



Foto 15. Alteraciones de la forma del relieve

- Aumento del número de enfermedades

La emisión de contaminantes es dañina para la salud humana, es por eso que la reglamentación establece patrones ambientales, así como límites de tolerancia para agentes químicos o físicos que pueden afectar la salud del trabajador. La ausencia de observación de estos patrones en la cantera es causa de enfermedades crónicas o agudas, como por ejemplo el estrés, que afecta en gran medida el bienestar de los obreros y operarios de máquinas, dificultando sus labores y que pueden agravarse por las malas condiciones de higiene y habitabilidad en que se desenvuelven. Los trabajos de laboreo minero son muy exigentes, especialmente en este yacimiento que tiene maquinaria muy poco moderna e implementos para su seguridad deficientes y de muy difícil operación. En estos aspectos el minero trabaja en condiciones desfavorables, así por ejemplo el ruido, polvo y los gases emitidos en los diferentes procesos traen grandes problemas auditivos y respiratorios y

generalmente la alimentación no es buena y no compensan la energía gastada por el cuerpo, provocando la disminución de peso acelerado y esto conlleva a una pérdida de la calidad de vida.

- Enriquecimiento de la diversidad cultural

La dimensión no material se expresa en el siguiente concepto de cultura, manifestado por Morin (1993): “Conjunto de reglas, conocimientos, técnicas, valores, mitos, que permiten y aseguran la alta complejidad del individuo y de la sociedad humana, y que no siendo innato precisan ser transmitidos y enseñados a cada individuo en su periodo de aprendizaje, para poder auto perpetuarse y perpetuar la alta complejidad antropo – social”.

Frecuentemente la dimensión cultural de los impactos en la cantera es olvidada o menospreciada, atribuyéndole mayor importancia a los impactos físicos, biológicos y socioeconómicos. No obstante las alteraciones de naturaleza cultural que resultan de la implementación del yacimiento puede ser tan o más importante que los demás impactos. La importancia de la dimensión cultural debe estar insertada en la política empresarial y tenida en cuenta en los planes de superación.

3.3. Organización de la Gestión Ambiental

Considerando a la Gestión Ambiental como el conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente, y el control de la actividad del hombre en esta esfera, se hace necesario establecer las medidas de mitigación de los impactos producidos por los procesos tecnológicos de la Cantera “El Pílon”, las que están dirigidas primordialmente a alcanzar a corto plazo, el equilibrio de los procesos naturales de degradación del medio físico, biótico y antrópico, identificados.

En este estudio se proponen algunas acciones destinadas a disminuir los impactos ambientales negativos, estas acciones son conocidas generalmente como medidas de mitigación, esto significa que las operaciones de explotación del yacimiento minero pueden ser modificadas en ocasiones de manera substancial para reducir los

impactos ambientales negativos, aunque no todos los impactos ambientales pueden ser minimizados.

Igualmente sucede en el surgimiento de impactos positivos, los cuales generalmente se producen en el campo económico y de desarrollo regional, en este caso se proponen medidas para ampliar y estimular el potencial de estos impactos.

Finalmente otro componente importante del plan de manejo ambiental, es la implementación de medidas de mitigación de carácter organizativo, cuya importancia es fundamental, puesto que, de la correcta implementación de estas medidas dependerá el éxito de las medidas de mitigación de carácter técnico. En ésta fase los impactos deben ser seguidos y organizados durante toda la fase de implantación y operación de la mina, o en ocasiones inclusive posterior a su desactivación. Los resultados que se producen de la implementación de las medidas de mitigación de carácter organizativo, tienen la aplicabilidad de modificar o mejorar la minimización de los impactos ambientales.

3.3.1. Medidas de Mitigación de Carácter Técnico sobre el Medio Físico

- Emisión de polvo y gases que afectan la calidad del aire
 - Instalación de dispositivos adecuados de eliminación de la contaminación (filtros) en todo el equipamiento que funciona con diésel y con gasolina, plantas de preparación mecánica por vía húmeda y cerciorarse que estos funcionen adecuadamente.
 - Colocar durante la perforación filtros de manga, que permitan la captación directa del polvo.
 - Regar agua en los frentes de trabajo, almacenes a cielo abierto de mineral y en la red vial para disminuir el proceso de deflación.
 - Cubrir las superficies desnudas con cobertura herbácea para disminuir la erosión eólica y por tanto la contaminación coneótica.
 - Controlar la calidad del aire a través de análisis y monitoreos hechos al menos una vez al año dentro del yacimiento y en sus zonas aledañas.

- Ruido y vibraciones
 - Utilizar explosiones con micro retardos para disminuir la actividad sísmica.
 - Emplear silenciadores en motores y plantas.
 - Realizar análisis y monitoreos para las emisiones de ruido al menos una vez al año dentro del yacimiento y en sus zonas aledañas.
 - Implementar un retacado cuidadoso en el proceso de carga de los taladros, para disminuir los efectos de la voladura.
 - Presentar un calendario de mantenimiento anual, con la obligación de cumplir lo programado para las maquinarias y herramientas mineras.
 - Uso de protectores auditivos, en las áreas que lo requieran.
- Contaminación de aguas
 - Realizar análisis de las aguas residuales para evaluar el impacto producido en el arroyo y tomar las medidas pertinentes de acuerdo con la afectación.
 - Reparar la piscina de recirculación del agua que se utiliza en la planta.
- Geología y geomorfología
 - Realizar con antelación los proyectos de rehabilitación de las áreas a explotar.
 - Elaborar un plan de manejo ambiental para el yacimiento teniendo en cuenta la legislación vigente.
 - Mantenimiento y estabilización de taludes y bloques.
- Paisaje
 - Utilizar cortinas vegetales, para evitar al máximo algunos visuales desagradables.
 - Conservar la capa vegetal para su posterior reubicación.

3.3.2. Medidas de Mitigación de Carácter Técnico sobre el Medio Biótico

Las medidas de mitigación a implementar para atenuar los impactos ambientales al medio biótico se relacionan a continuación:

- Flora
 - Reforestación de la zona priorizando árboles y arbustos propios del lugar.
 - Elección correcta del área de desbroce para la apertura de los frentes.
 - Estudio anterior a la explotación, de las especies presentes que serán eliminadas para su posterior reposición.
- Fauna
 - Mantener protegidas aquellas especies sobre las cuales existen evidencias de peligro de extinción.
 - Dar prioridad a una investigación, dirigida a evaluar el estado y la tendencia de la población de los animales presentes en el yacimiento.
 - Aplicar métodos de cuidado y vigilancia, con el fin de minimizar las alteraciones sobre la vida animal en las distintas fases del sistema de explotación.

3.3.3. Medidas de Mitigación de Carácter Técnico sobre el Medio Antrópico

Las medidas de mitigación a implementar para atenuar los impactos ambientales al medio antrópico se relacionan a continuación:

- Factor económico
 - Realizar estudios de mercados que permitan establecer una correcta relación entre oferta y demanda.
 - Implementar controles de calidad al producto final para eliminar las no conformidades de los clientes.
- Factor social
 - Reparación, mejoramiento y mantenimiento de las vías de acceso al yacimiento, con el fin de evitar accidentes.
 - Establecimiento de un canal de negociación y dialogo con la comunidad afectada por los impactos negativos resultantes de la actividad en el yacimiento.

- Apoyar programas de salud dirigidos al asentamiento poblacional cercano al yacimiento.
- Factor cultural
 - Instruir a los trabajadores mineros sobre la importancia del respeto y valores culturales, y sensibilizarlos en sus tradiciones y estilo de vida, incluyéndolos en cursos en los planes de capacitación.
 - Introducir la dimensión ambiental como parte de la educación formal e informal, especialmente en lo relacionado a la minería en el cuidado del medio ambiente.

3.3.4. Medidas de Mitigación de Carácter Organizativo

En las medidas organizativas se destacan algunos aspectos conceptuales y de planificación, conllevando conjuntamente a la organización y aplicación directa de estas medidas, conjuntamente con el organismo encargado de la explotación minera, resolviendo el problema de cómo se debe realizar la planificación para luego aplicar las medidas de forma coherente.

Tanto las medidas de mitigación de carácter técnico como de carácter organizativo, están relacionadas sólidamente, puesto que la implementación adecuada de estas últimas garantizará la eficiencia y éxito de las medidas técnico operacionales.

- Proceso organizativo

Debido a las importantes consideraciones ambientales que se relacionan con la operación del yacimiento, es de fundamental importancia, que el personal que opera en el lugar sea capacitado sobre el tema del manejo ambiental en el Yacimiento "El Pílon". Esta capacitación debe ser transmitida por un profesional de experiencia en la temática ambiental, resultando necesario incorporar algunas especialidades que se relacionan con el manejo ambiental del área de estudio.

Esto ayudará a entender la necesidad del cambio de actitud hacia el medio ambiente, fundamentalmente en lo que se refiere a la atenuación y monitoreo, siendo necesario dar capacitación al personal técnico y administrativo que trabaja en el yacimiento

"El Pílon". El papel de la educación ambiental dentro del yacimiento es decisivo, si se aspira a tener resultados satisfactorios.

Para obtener una eficacia de gran significancia al aplicar las medidas de mitigación sobre los diferentes impactos ambientales citados con anterioridad, y considerando las medidas de carácter técnico; se debe aplicar una correcta organización, contemplando los diferentes procedimientos, normas y demás reglas que se fundamenten claramente en el desarrollo de parámetros técnico organizativos, aplicados en forma directa al estudios de impacto ambiental.

En las medidas de carácter técnico del medio físico, biótico y antrópico, se ve la necesidad de la organización de los diferentes procesos de planificación, para obtener el máximo rendimiento en la implementación del plan de manejo ambiental, por ello surge la necesidad de poner el plan en marcha por intermedio de personal capacitado, que vele por la operación correcta, y con la finalidad de evitar errores que pueden alterar las medidas del manejo ambiental. Este personal debe estar encargado de desarrollar planes operativos, como por ejemplo, el monitoreo de diferentes factores ambientales, que permita controlar si las operaciones que se aplican van correctamente según lo dispuesto.

El programa de monitoreo debe realizarse de manera tal, que se pueda obtener la información confiable que ayudará a determinar el estado de los recursos ambientales afectados, y sirva de base para las decisiones administrativas de las posibles medidas de mitigación que deben ser implementadas.

A continuación se detalla las siguientes medidas organizativas que permitirán la culminación de los objetivos ambientales:

- ✓ Elaborar una estrategia y una política ambiental en la empresa que garantice las acciones en este tema teniendo en cuenta las existentes en el país, la provincia, el municipio, Ministerio de la Construcción y a partir de los resultados de esta investigación.
- ✓ Implementar un Sistema de Gestión Ambiental que lleve a la práctica la política ambiental de la empresa y el cumplimiento de los objetivos ambientales y vele por

el cumplimiento de las normas y regulaciones vigentes en materia de medio ambiente.

- ✓ Establecer un manual de gestión ambiental que constituya una guía que posibilite el trabajo de la empresa en la temática ambiental, con las directrices y lineamientos más importantes y de mayor prioridad.
- ✓ Incorporar un departamento de medio ambiente en la empresa. Este departamento estará encargado del estudio y protección del medio ambiente y el cumplimiento de la legislación existente para esta actividad.
- ✓ Establecer convenios con el Centro Oriental de Biodiversidad y Ecosistemas para el asesoramiento en la conservación y restauración del paisaje.
- ✓ Incluir la temática ambiental en los planes de capacitación.

En el Anexo 2 se muestran fotos tomadas del Proyecto de Rehabilitación de la cantera “El Pilón”.

CONCLUSIONES

1. El análisis del proyecto de explotación actualizado, la descripción del estado del medio ambiente del área de influencia del yacimiento, la identificación y caracterización de las alteraciones ambientales, permitió determinar el efecto ambiental que produce la explotación minera del yacimiento de calizas “El Pilón” y proponer medidas para minimizarlo.
2. El análisis del proyecto de explotación actualizado, permitió determinar que las acciones mineras productoras de impactos son: perforación, carga y voladura. transporte de maquinaria, formación de escombreras, preparación mecánica (Vía seca) y (Vía húmeda), desbroce de la vegetación, construcción vial. Infraestructura, botaderos de sedimentos entre otros.
3. La descripción del medio ambiente proporcionó la información necesaria para establecer los principales factores ambientales susceptibles de recibir impactos, en el medio físico: climatología, hidrografía, geología, geomorfología, y paisaje; en el biótico: flora, fauna y equilibrio ecológico y en el antrópico: economía, viabilidad, salud y cultura.
4. El plan de medidas elaborado de carácter técnico y organizativo sobre los factores ambientales del medio físico, biótico y antrópico, permite minimizar los efectos negativos y potenciar los positivos, que produce la explotación del yacimiento “El Pilón” sobre el medio ambiente.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar un programa de educación ambiental para los dirigentes, técnicos y trabajadores de la cantera para lograr una mejora en el conocimiento sobre efectos e impactos ambientales.
2. Actualizar el proyecto de rehabilitación acorde con las condiciones de la explotación y el nivel de las actividades mineras.
3. Instalar hidrociclón, tanque decantador y filtro de prensa para evitar la contaminación que hay en la Bahía de Nipe.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilera I. (2003). Estudio del impacto ambiental ocasionado por la explotación del yacimiento fluvial de arena y grava “Río Nibujón”.
2. Almenares A. (2013). Caracterización minero-ambiental de las canteras de materiales de construcción de la provincia Granma. Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín, Cuba.
3. Cabrera J. (2013). Actualización del proyecto de explotación de la cantera “El Pílon”. Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín, Cuba.
4. Cantera. Piedra Triturada. Instalación Los Guaos R.D.A. Proceso Tecnológico. Materiales de Construcción. NEGEICON – 1335 – 02. Informe técnico.
5. Cevallos J, y Ospina, P. (2000). Evaluación de Impactos e Indicadores Ambientales. CONCOPE. Quito, Ecuador.
6. CITMA. Centro de inspección y control Ambiental CICA Abril (2001) “Guía para la realización de las solicitudes de licencia Ambiental y los estudios de impacto ambiental 70 pp.
7. CITMA. Oficina nacional de normalización (2000). Normas de gestión ambiental II parte. “Guía para la implementación de la NC-ISO 14 001”.
8. Conesa Fernández-Vitora V. (1997) “Guía Metodológica para la EIA “. Editorial Mundi-Prensa 290 pp.
9. Chiu Espinoza J. (1995-1996) “Influencia sobre el Medio Ambiente de la actividad minera en el yacimiento de la planta “Las Camariocas”.
10. Clulow, Víctor. Manual para el estudio de la fauna. Marzo 1998.
11. Espinoza, G. (2002) Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo, BID y Centro de Estudios para el Desarrollo, CED, Santiago, Chile.

12. Espinoza G. (2007) Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Santiago de Chile.
13. Gaceta Oficial de la República de Cuba No 7, de fecha 11/07/1997. Ley 81 de "Medio Ambiente".
14. Gaceta Oficial de la República de Cuba No 83, Decreto Ley 200/99 "De las contravenciones en materia de Medio Ambiente".
15. Gaceta Oficial de la República de Cuba No 6, de fecha 13/07/1992. Constitución de la República de Cuba.
16. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Resolución No 132 del 2009. Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental.
17. Gaceta Oficial de la República de Cuba No 3 Con fecha 23/01/95 Ley 76. Ley de Minas.
18. García O. (2013). Caracterización minero - ambiental del Grupo Empresarial de la Construcción del MICONS de Holguín. Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín, Cuba.
19. Guindo A. (2013). Caracterización minero - ambiental de la Industria de Materiales de la Construcción de la provincia Guantánamo. Trabajo de Diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín. Cuba.
20. INVESCONS (2002) "Proyecto de rehabilitación del yacimiento "El Pílon" Municipio Mayarí". Informe técnico.
21. Leopold, L. B. et al. (1971). *A Procedure for Evaluating Environmental Impact. United States Geological Survey, Geological Survey Circular No. 645, Washington, D.C.* 13p.
22. Monte de Ocas A. (2012) Recuperación de áreas minadas de canteras de materiales de la construcción de Santiago de Cuba. Tesis de Maestría. ISMM de Moa.

23. Mulet, I. (2013). Estudio del Impacto Ambiental en el yacimiento de caliza “El Pílon”. Centro Provincial de Capacitación y Superación Técnica, MICONS-Holguín.
24. Norma cubana 93-2 Agua potable requisitos sanitarios y muestreo.
25. NC XX -99. “Vertimiento de aguas residuales a las aguas Terrestres y al alcantarillado. Especificaciones”.
26. NC 26-99. “Atmósfera. Ruido en zonas habitables”.
27. Páez Zamora C. (1996) “Introducción a la Evaluación de Impacto Ambiental”.
28. Parra J (2004). Estudio de Impacto Ambiental en la Cantera Los Guaos. Trabajo de diploma en opción al título de ingeniero de Minas. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa,
29. Romero A. (1998). Caracterización y corrección del impacto ambiental provocado por la explotación a cielo abierto de yacimiento de materiales de construcción en la región Oriental. Tesis Doctoral. ISMM de Moa.
30. Serie de Normas ISO 14000.
31. Sorensen, J. C. Moss, M. L. (1973). *Procedures and Programmes to Assist in the Environmental Impact State Ment Process. University of California. USA.* 250p.

ANEXOS

ANEXO 1. Dossier fotográfico de la cantera “El Pilón”



Foto 1. Carretilla Barrenadora Atlas Copco



Foto 2. Cargador Volvo L-180 E



Foto 3 y 4. Área de procesamiento, además de todo el material acopiado



Foto 5 y 6. Frente actual de explotación del yacimiento

ANEXO 2. Fotos tomadas del proyecto de rehabilitación elaborado por la ENIA

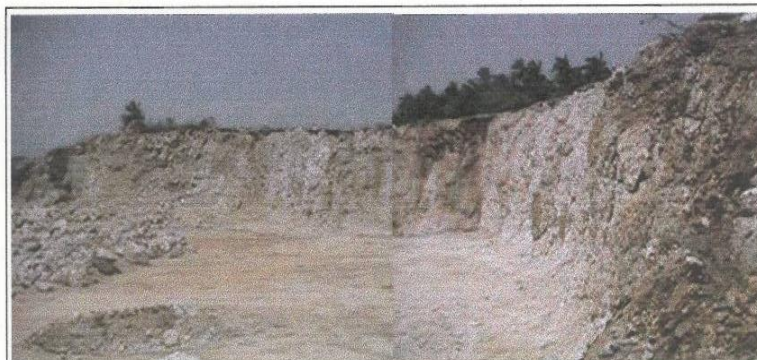


Foto 1: Vista del frente de explotación actual. Observese en el talud las marcas de los barrenos para la colocación del explosivo.

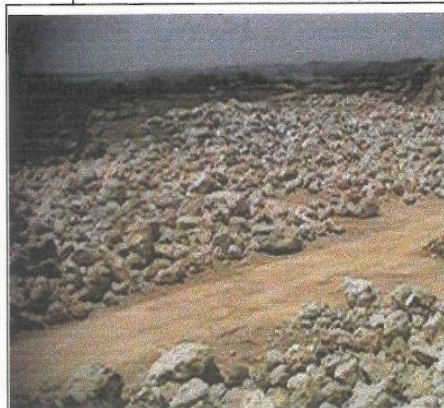


Foto 2: Material extraído acopiado en el área de la cantera.

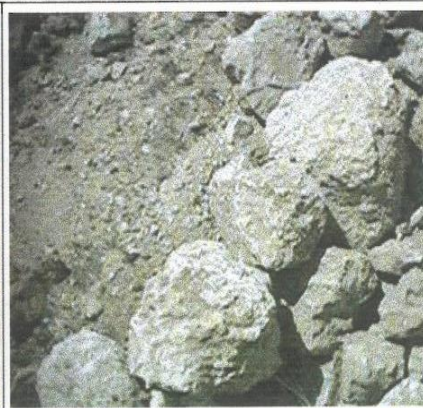


Foto 3: Bloques de caliza de la cantera que actualmente se están exportando.



Foto 4: Vistas de otros frentes que hace algún tiempo no se explotan.

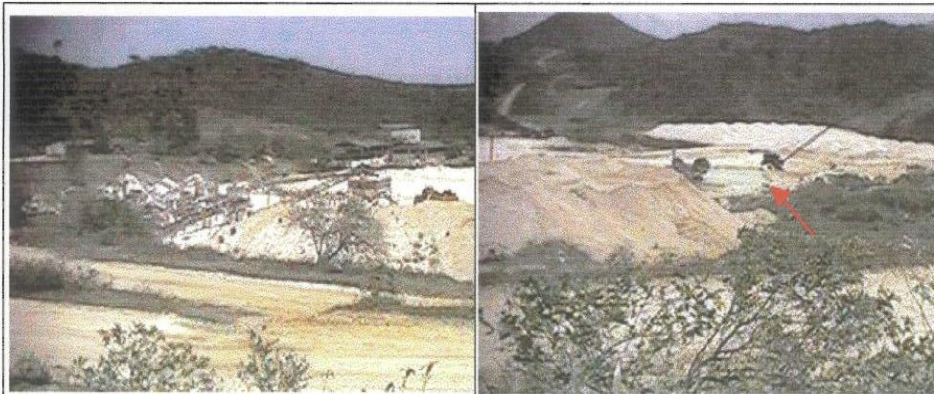


Foto 5: Área de procesamiento. Obsérvese el molino y el material acopiado.

Foto 6: Área de procesamiento. Obsérvese la laguna de decantación.



Foto 7: Cavema cársica existente en el área de la cantera, que actualmente alberga la golondrina.



Foto 8: Vista de las estalactitas de la cavema cársica.



Foto 9: Farallón existente en la meseta de la zona aledaña al área de la cantera. Obsérvese el desarrollo del carso superficial.

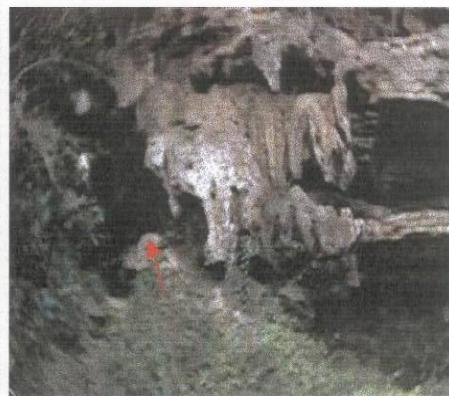


Foto 10: Entrada de la cueva que desemboca en el farallón existente en la meseta de la zona aledaña a la cantera.



Foto 11: Cauce del río El Polo, bordeado por vegetación propia de bosque de galería.



Foto 12: Depósitos en el cauce del río, compuestos fundamentalmente por serpentinitas de las elevaciones existentes aguas arriba.



Foto 13. Buldócer Komatsu D-85



Foto 14. Camión volteo Belaz 7540 -A