

Especialidad - Minas

Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero en Minas

Título: Caracterización minero - ambiental de la Empresa
de Materiales para la Construcción de Las Tunas.

Autora: Tatiana Cuenca Quintana

Curso: 2018 - 2019

“Año 61 de la Revolución”

Especialidad - Minas

Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero en Minas

Título: Caracterización minero - ambiental de la Empresa
de Materiales para la Construcción de Las Tunas.

Autora: Tatiana Cuenca Quintana

Tutores: M. Sc. Alexis Antonio Cabrales Rodríguez

Dr. C. Diosdanis Guerrero Almeida

Curso: 2018 - 2019

“Año 61 de la Revolución”

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yo: Tatiana Cuenca Quintana

Autora de este Trabajo de Diploma y los tutores M. Sc. Alexis Antonio Cabrales Rodríguez y el Dr. C. Diosdanis Guerrero Almeida certificamos la propiedad intelectual a favor de la Universidad de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, hacer uso del mismo en la finalidad que estime conveniente.

Diplomante: Tatiana Cuenca Quintana

Tutores: M. Sc. Alexis Antonio Cabrales Rodríguez

Dr. C. Diosdanis Guerrero Almeida

DEDICATORIA

1. Dedico este trabajo de diploma a Dios sobre todas las cosas, por ser mi fortaleza y amigo presente en todos los momentos.
2. A mis padres Isaida Quintana Vargas e Idelín Cuenca Bernal por desear este triunfo tanto como yo.
3. A mi esposo Ernesto López Cisneros por el apoyo, paciencia y amor incondicional.
4. A mis abuelos Nancy Bernal y Rafael Cuenca por su dedicación.

AGRADECIMIENTOS

1. Agradecer a Dios por darme las fuerzas, los deseos y la sabiduría para continuar con este camino.
2. A la Revolución Cubana.
3. A nuestro eterno Comandante Fidel Castro Ruz por su empeño en lograr una educación para los niños y jóvenes.
4. A mis padres, esposo y hermana por estar conmigo en todo momento, y darme su apoyo ilimitado.
5. A mi tío Antonio Cuenca Bernal por brindarme su ayuda incondicional.
6. Agradecer al resto de mi familia por alentarme siempre a continuar con este sueño.
7. A mi suegra Yanexis Martha Cisneros por su ayuda en todo momento.
8. A todos mis compañeros de aula.
9. Agradecer a todos mis profesores por trasmitirme los conocimientos, sin ellos no habría podido lograr mis sueños y en especial a la Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés por ayudarme a conseguir el resultado final de mi carrera.
10. Agradecer a mi tutor M. Sc. Alexis Antonio Cabrales Rodríguez por brindarme su tiempo y conocimientos.
11. Agradecimiento exclusivo para la Ing. María Eugenia García Díaz por aparecer en el momento indicado y darme la mano para levantarme cuando había caído.

“Muchas gracias”

PENSAMIENTO



“Todos y cada uno de nosotros paga puntualmente su cuota de sacrificio, conscientes de recibir el premio en la satisfacción del deber cumplido, conscientes de avanzar con todos hacia el hombre nuevo que se vislumbra en el horizonte”.

A handwritten signature in dark ink, which appears to be 'Che'.

RESUMEN

La Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia “Las Tunas” (VITALMAC), es la encargada de producir, transportar y comercializar de forma mayorista áridos, incluyendo la arena sílice y otros materiales provenientes de las canteras. La explotación de los depósitos se caracterizó por generar serias alteraciones medioambientales, por lo que se realizó esta investigación con el objetivo general de caracterizar minero – ambientalmente las canteras en explotación, por lo que se determinó sus impactos sobre el medio ambiente y la propuesta de un sistema de medidas que permitirá eliminar o minimizar los efectos negativos generados por la actividad minera. Para el desarrollo del mismo, se aplicaron métodos empíricos y teóricos de la investigación científica, así como la utilización de la matriz de interacción (causa – efecto), para la identificación y caracterización de los impactos. El cumplimiento de los objetivos específicos se logró a través del análisis de las características geológicas, ambientales, minero – técnicas, la identificación y caracterización de los impactos ambientales, así como la propuesta del sistema de medidas preventivas, correctoras y de mitigación de los efectos negativos y potenciación de los positivos. Como resultado del trabajo se identificaron y caracterizaron 30 impactos ambientales productos de la explotación de los yacimientos, de ellos 26 negativos y 4 positivos, donde se demostró que los mayores impactos ocurrieron en la etapa de desbroce, destape, construcción de escombreras y depósitos de suelos, así como la extracción del material; los factores que más se afectaron son: atmósfera, suelo, relieve y geofísicos, y el factor más influido por impactos positivos es el medio socio - económico.

Palabras Claves: áridos, canteras, comercializar, eliminar y minimizar.

ABSTRACT

The Construction Materials Company of the province "Las Tunas" (VITALMAC), is in charge of producing, transporting and marketing wholesale aggregates, including silica sand and other materials from quarries. The exploitation of the deposits was characterized by serious environmental alterations, so this research was conducted with the general objective of characterizing mining - environmentally quarries in operation, so that their impacts on the environment and the proposal of a system of measures that will eliminate or minimize the negative effects generated by mining activity. For the development of the same, empirical and theoretical methods of scientific research were applied, as well as the use of the interaction matrix (cause - effect), for the identification and characterization of the impacts. The fulfillment of the specific objectives was achieved through the analysis of the geological, environmental, mining - technical characteristics, the identification and characterization of the environmental impacts, as well as the proposal of the system of preventive, corrective and mitigation measures of the negative effects and potentiation of the positives. As a result of the work, 30 environmental impacts were identified and characterized by the exploitation of the deposits, 26 of them negative and 4 positive, which showed that the greatest impacts occurred in the clearing, uncovering, construction of tailings and soil deposits, as well as the extraction of the material; The factors that are most affected are: atmosphere, soil, relief and geophysics, and the factor most influenced by positive impacts is the socio - economic environment.

Key Words: aggregates, quarries, commercialize, eliminate and minimize.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.1 Legislación minero - ambiental a nivel internacional	4
1.2 Legislación minero - ambiental en Cuba.....	8
1.3 Antecedentes y actualidad del tema a nivel internacional	12
1.4 Antecedentes y actualidad del tema en Cuba	15
CAPÍTULO II. MÉTODOS, MATERIALES Y ETAPAS METODOLÓGICAS PARA LA INVESTIGACIÓN	18
2.1 Métodos de la investigación científica	18
2.2 Materiales	19
2.2.1 Metodología para la identificación de impactos	19
2.3 Etapas metodológicas de la investigación	20
2.3.1 Descripción de las etapas metodológicas de la investigación.....	21
CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN MINERO – AMBIENTAL DE LAS CANTERAS PERTENECIENTES A LA EMPRESA DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS TUNAS	24
3.1 Características esenciales de la provincia “Las Tunas”	24
3.1.1 Ubicación geográfica.....	24
3.1.2 Relieve, hidrografía y clima	24
3.2 Caracterización geológica, ambiental y minero – técnica de las canteras de Materiales para la Construcción de la provincia Las Tunas.....	25
3.2.1 Yacimiento “Cañada Honda”	26
3.2.2 Yacimiento “Amancio Rodríguez”	32
3.2.3 Yacimiento “El Rincón”	36
3.2.4 Yacimiento “La Canoa”	41
3.3 Identificación y caracterización de los impactos ambientales que causan los yacimientos pertenecientes a la Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia Las Tunas.....	46
3.3.1 Identificación de los impactos ambientales	47

3.3.2 Caracterización de los impactos ambientales	52
3.4 Sistema de medidas preventivas, correctoras y de mitigación	69
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Concesiones mineras de VITALMAC	26
Tabla 2. Principales propiedades físico – mecánicas del material útil del Cerro A FUENTE: Perotti (2002)	29
Tabla 3. Composición química de la materia prima útil. FUENTE: Perotti (2002). 30	
Tabla 4. Coordenadas Lambert del área de explotación.....	41
Tabla 5. Matriz de interacción (causa – efecto) de los yacimientos "Cañada Honda" y "Amancio Rodríguez"	48
Tabla 6. Matriz de interacción (causa – efecto) de los yacimientos "El Rincón" y "La Canoa"	50
Tabla 7. Características de los impactos ambientales de los yacimientos (Cañada Honda y Amancio Rodríguez)	52
Tabla 8. Características de los impactos ambientales de los yacimientos (La Canoa y El Rincón)	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Etapas metodológicas de la investigación	21

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Ubicación geográfica de los yacimientos que se encuentran en explotación.....	84
Anexo 2. Vista del frente de trabajo del yacimiento "Cañada Honda"	85
Anexo 3. Polvo producido por la Planta de Preparación Mecánica en la cantera "Cañada Honda"	85
Anexo 4. Vista del polvo generado por la cantera "Cañada Honda" al pasar por la Carretera Central (Holguín – Las Tunas)	86
Anexo 5. Acumulación de aguas pluviales en la cantera "Cañada Honda"	86
Anexo 6. Frente de trabajo del yacimiento "Amancio Rodríguez"	87
Anexo 7. Canal de agua residual proveniente del lavado de la arena en el yacimiento "La Canoa"	87
Anexo 8. Acumulación de aguas pluviales en el yacimiento "La Canoa"	88
Anexo 9. Acumulación de aguas pluviales en el yacimiento "El Rincón"	88
Anexo 10. Vista del equipamiento minero produciendo compactación del suelo en el yacimiento "El Rincón"	89

INTRODUCCIÓN

La minería es una actividad determinante en el progreso de la sociedad humana. En Cuba, se considera una de las ramas principales de la economía, dentro de ésta se destaca la explotación de yacimientos de materiales para la construcción, ya sea para la obtención de áridos o materiales para la producción de cerámicas (Watson, 2008). Este tipo de minería se caracteriza por generar situaciones desfavorables e impactos negativos al medio ambiente.

La influencia medio ambiental de las operaciones mineras se relaciona fundamentalmente con la extracción de materiales para la construcción y la generación de materiales estériles, lo que provoca modificaciones en la circulación de sustancias en el entorno. Esta influencia transforma el ambiente circundante y trae consigo la reducción cualitativa y cuantitativa de la calidad de los recursos y el origen o desarrollo de procesos dañinos o degradantes.

La conciencia sobre el cuidado del medio ambiente surge a principios de la década del setenta (1970 - 1980) del siglo XX en los países más desarrollados, donde el bienestar económico, fruto del desarrollo, va acompañado de secuelas no deseadas sobre la naturaleza y que son inaceptables para los pueblos. Por esto se desarrolla, desde entonces encuentros y conferencias internacionales con el objetivo de prevenir o minimizar este fenómeno, por ejemplo: la Conferencia sobre Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo, Suecia, 1972; la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo en 1987, donde se establece el concepto de "Desarrollo Sostenible". Por su parte, la Cumbre de Río de Janeiro en junio de 1992, marca un viraje y sitúa el concepto de medio ambiente al alcance de todos los ciudadanos del planeta (Tchivikwa, 2014).

En diciembre de 2009, durante la clausura de la Cumbre de Copenhague (Dinamarca), auspiciada por las Naciones Unidas, el mundo recibe la decepcionante noticia, de que en la misma no se logra un consenso para aprobar un documento en el que, por lo menos, se reconozcan los acuerdos del Protocolo de Kyoto, en cuya declaración final no se tiene en cuenta, como esperaba la mayor parte del mundo, la aprobación de las medidas necesarias para reducir progresivamente las acciones que propician el cambio climático (Encinas, 2011).

En la actualidad, con el aumento de la capacidad humana de transformar el entorno natural, se origina un desequilibrio entre los deterioros ocasionados y la capacidad de recuperación del medio frente a los mismos. Pero a la vez, es evidente que no se puede prescindir de la minería, pues es la actividad básica dedicada a la obtención de georrecursos para el abastecimiento a la sociedad de las materias primas necesarias para mejorar su calidad de vida, su progreso y desarrollo. Sin embargo, la conciencia que se tiene hoy de la limitación de los recursos naturales, así como de los diversos elementos que componen los ecosistemas, obligan a solucionar los problemas de la demanda de materias primas en equilibrio con la protección de la naturaleza, que permite así salvaguardar el patrimonio que representa el medio y los recursos naturales para poder legarlos a las futuras generaciones (Ayala et al., 2004).

En Cuba, el desarrollo de la actividad minera se intensifica a partir del triunfo revolucionario, tanto en las canteras para la obtención de materiales para la construcción como en la explotación de minerales metálicos, producto a la creciente demanda de nuevas obras de construcción desde el punto de vista técnico, infraestructural y social.

Actualmente, la provincia de Las Tunas ocupa un lugar protagónico en el desarrollo de la Industria de Materiales para la Construcción, con la misión de: “proporcionar el desarrollo constructivo con materiales de calidad, basados en la excelencia, innovación y experiencia”.

En visitas realizadas a la Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia “Las Tunas” (VITALMAC), se comprueba la inexistencia de planes de rehabilitación aprobados por las autoridades competentes, así como de proyectos de explotación y estudios realizados relacionados con la situación ambiental desactualizados, por lo que se hace necesario realizar la caracterización minero – ambiental de las canteras pertenecientes a esta Empresa, para determinar sus impactos sobre el medio ambiente y proponer un sistema de medidas que permita eliminar o minimizar los efectos negativos generados por la actividad minera.

El **problema** que fundamenta esta investigación es la necesidad de realizar una caracterización minero – ambiental, para determinar los impactos que produce la

explotación de las canteras pertenecientes a la Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia “Las Tunas”.

De este problema se desprende como **objeto de estudio** la caracterización minero – ambiental de canteras de Materiales para la Construcción.

El objetivo general del trabajo consiste en realizar la caracterización minero – ambiental de las canteras pertenecientes a la Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia “Las Tunas”, para determinar sus impactos sobre el medio ambiente y proponer un sistema de medidas que permita eliminar o minimizar los efectos negativos generados por la actividad minera.

El campo de acción, las canteras pertenecientes a la Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia “Las Tunas” (VITALMAC).

La hipótesis que sustenta esta investigación se fundamenta en que, si se analizan las características geológicas, ambientales y minero - técnicas de cada yacimiento en explotación, se identifican y caracterizan los impactos ambientales, entonces es posible realizar la caracterización minero - ambiental de las canteras pertenecientes a la Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia “Las Tunas” y proponer un sistema de medidas que permita eliminar o minimizar los efectos negativos generados por la actividad minera.

Para alcanzar el objetivo general es preciso cumplir los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar las características geológicas y ambientales de cada yacimiento en explotación.
2. Analizar las características minero - técnicas de las canteras.
3. Identificar y caracterizar los impactos ambientales que produce la explotación de cada yacimiento.
4. Proponer el sistema de medidas que permita eliminar o minimizar los efectos negativos generados por la actividad minera sobre el medio ambiente.

CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo principal de este capítulo es sustentar teóricamente el problema de la afectación al medio ambiente producto de la actividad minera, relacionada con la explotación de yacimientos de materiales para la construcción y de las estrategias para enfrentarlo, referido por la literatura especializada, particularizado en la caracterización minero - ambiental. Se considera que este análisis sirve como referente en los esfuerzos para contrarrestar las deficiencias de las canteras de Materiales para la Construcción de la provincia Las Tunas.

1.1 Legislación minero - ambiental a nivel internacional

La recuperación de áreas degradadas por la minería se implementa en diferentes países como importante instrumento de política pública en el área ambiental. Los enfoques son variados, pero generalmente persiguen el objetivo común de asegurar la corrección de los impactos ambientales considerados negativos e importantes.

La mayoría de los países del mundo tienen regulaciones ambientales y leyes de participación comunitaria en los proyectos de desarrollo, pero hay grandes distancias entre las leyes y normativas de un país y otro. Por ejemplo, en Brasil, ninguna de las minas presenta una gestión ambiental implementada, o sea, una estructura organizacional y de funcionamiento que articule todas las medidas ambientales tomadas en el ámbito de la obra. No existe una aproximación con vistas a la búsqueda de una adecuación de las normas técnicas, sea nacional o internacional (la serie de normas de calidad ambiental denominada ISO 14 000), no obstante, algunas minas ya presentan programas ambientales que pueden evolucionar rápidamente para la formulación e implementación de algún tipo de sistema de gestión normalizado, reconocido por el medio técnico externo y aceptado por la comunidad.

Un análisis comparativo de los aspectos legales relacionado con el aprovechamiento de agregados en diferentes regiones del mundo, revela que la recuperación de áreas degradadas es obligatoria en varios países industrializados, como Estados Unidos de América, Francia, Italia, Federación de Rusia y Canadá. Los procedimientos generalmente prevén la participación de la comunidad y son

instruidos mediante planes de recuperación, previamente sometidos a la aprobación de los órganos públicos locales o regionales. En los países de América del Sur, la obligatoriedad de la recuperación se observa de manera creciente en normas legales de varios países, como Brasil, Argentina, Perú, Colombia y Uruguay, pero aún se exige muy poco en la aplicación de la legislación. Fernández (2008), en su publicación “Restauración de canteras de piedra natural”, perteneciente al Instituto Geológico y Minero de España (IGME), hace un análisis de las diferentes leyes, regulaciones y legislaciones relacionadas con la restauración de zonas degradadas por la minería.

En Brasil (1988), la Constitución Federal en su artículo 225, dispone la obligatoriedad de los que explotan los recursos minerales de reponer el medio ambiente degradado de acuerdo a la solución técnica que exige el órgano competente, las sanciones penales y administrativas a que son sometidos los infractores que manifiestan conductas y/o actividades que afectan al medio ambiente, independientemente de la obligación de reparar el daño ocasionado. En el año 1989, en esta misma Constitución, se dispone en el Decreto 97.632 la obligación de presentar un plan de recuperación de áreas degradadas, que considera la solución técnica rentable para rehabilitar el suelo degradado por la actividad minera; sin este plan, no se otorga la licencia ambiental que constituye el requisito fundamental para que el departamento nacional de producción minera conceda los derechos mineros.

En la actualidad en Brasil, se exige a todos los proyectos de minería la presentación durante el proceso de concesión de la licencia al órgano ambiental competente del Plan de Recuperación de Áreas Degradadas (PRAD). También, se elabora por el gobierno un manual técnico para la recuperación de áreas degradadas por la minería, sin embargo, no se establece ningún tipo de seguro o garantía financiera para la ejecución del PRAD.

La responsabilidad por los daños ambientales corresponde al operador minero de acuerdo con la legislación ambiental brasileña, incorporar un Principio de Responsabilidad (donde: el que contamina paga). En 1988, la Asociación Minera de Canadá, aboga para que los planeamientos de rehabilitación y el

aseguramiento financiero estén requeridos para la nueva minería y que el gobierno define reglas claras, consistentes y al mismo tiempo flexibles para el trato de la variedad de problemas en cada minería y el logro del desarrollo de los recursos minerales, así como minimizar los efectos adversos al ambiente, a través de la rehabilitación de las tierras minadas.

En Ontario (1989), se confecciona la primera guía para la rehabilitación de sitios mineros, desarrollada por el *Ministry of Northern Development and Mining*. Según la Ley Minera, los objetivos son minimizar el impacto de las actividades mineras en la salud, seguridad pública y el medio ambiente, a través de la rehabilitación del suelo alterado por la minería. En 1991, los principales requerimientos de la legislación incluyen la creación de un Director de Rehabilitación Minera. En 1996, los objetivos son incorporar al sector privado junto al gobierno en igualdad de responsabilidades, la rehabilitación minera, regulados por inspecciones y auditorías.

Chile, es el principal país minero de la región; a partir del año 1992, las empresas mineras comienzan a presentar en forma voluntaria, Estudios de Impacto Ambiental (EslA), para sus nuevos proyectos. En 1994, entra en vigencia la Ley No. 19.300, sobre bases del medio ambiente, es el primer paso dado con el objetivo de crear instrumentos para una eficiente gestión del problema ambiental, el más importante de éstos, es el Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental que aborda el tema de la rehabilitación de los proyectos mineros y establece que la planificación de la rehabilitación tiene que estar contenida en los (EslA). Desde abril de 1997, es obligatorio para cualquier proyecto minero su presentación al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Argentina, a partir de la década de los noventa (1990 - 2000), experimenta un auge en cuanto a la protección del medio ambiente. En noviembre de 1995, es reformado el Código de Minería de Argentina y agrega el título de la protección ambiental para la actividad minera. Este país promueve el crecimiento y fortalecimiento de la Industria Minera Nacional y adopta una serie de medidas tendientes al logro de este objetivo.

Otras leyes significativas dictadas dentro de este proceso son: la Ley de Inversiones Mineras, Ley de Reordenamiento Minero, el Acuerdo Federal Minero y Ley de Actualización Minera. El título de la protección ambiental de la actividad minera, agregado al Código de Minería, en su artículo 1, relativo al ámbito de aplicación y alcance dispone: “la protección del ambiente y la conservación del patrimonio natural y cultural que es afectado por la actividad minera, se rigen por las disposiciones de este título”. De esta manera se plantea que los objetivos de la rehabilitación que incluyen en el informe de impacto ambiental son: la protección del ambiente, la conservación del patrimonio natural y cultural, que es afectado por la actividad minera. La legislación argentina, al igual que las demás estudiadas, no contempla la imposición de un sistema de garantía del cumplimiento con el plan de rehabilitación, el artículo 23 de la Ley de Inversiones Mineras, obliga a las empresas a destinar un monto anual a un fondo de reserva designado a financiar tareas de prevención o remediación de alteraciones al medio ambiente. El monto de esta reserva es dejado a decisión de la empresa y es deducible del impuesto a la renta de la empresa, con un límite del 5 % de los costos operativos de extracción y beneficio. Si este fondo no es utilizado para remediar impactos ambientales provenientes de la actividad, se transforma en tributable al finalizar el ciclo productivo.

En 1997, Bolivia, comienza a regir el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras (RAAM), el cual en su artículo 65, obliga al concesionario u operador minero a rehabilitar el área de sus actividades mineras dentro y fuera del perímetro de su concesión, cuando concluye parcial o totalmente sus actividades mineras en conformidad a lo establecido en su respectiva licencia ambiental y abandona por más de tres años sus operaciones o actividades mineras. El RAAM, también fomenta la implementación de las medidas de rehabilitación durante la operación de la mina.

En 1997, Ecuador, entra en vigencia el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras, se establece con el objetivo de permitir la adecuación de las normas ambientales contenidas en la Ley de Minería, el cual en su artículo 79, dispone que los titulares de concesiones mineras, plantas de beneficio, fundición y

refinación, deben efectuar (EsIA), para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar.

Según Gonzáles (1999), tanto en Bolivia como en Brasil, Argentina, Chile, Ecuador, México y Perú, las normativas vigentes incorporan referencias a la etapa de rehabilitación en la regulación de los Sistemas de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), que en muchos casos no llega a implementarse. El sistema más avanzado en cuanto a exigir una planificación es el boliviano, que especifica objetivos y contenidos de los planes, los períodos de prescripción, sin embargo, no contempla una garantía financiera que constituye el elemento fundamental para asegurar la efectividad de estos sistemas.

Estados Unidos, es un claro ejemplo de país concienciado tempranamente con la problemática asociada a la minería abandonada. Prueba de lo planteado, se encuentra en el título IV de la Ley de Control y Recuperación de Minería de Superficie (*Surface Mining Control and Reclamation Act*), aprobada en el año 1977, en el que se ordena la creación de un fondo para la rehabilitación de terrenos mineros abandonados y la resolución de problemas asociados a la descarga de aguas ácidas. Posteriormente surgen diversas iniciativas orientadas a recuperar o remediar terrenos alterados por minería abandonada.

En México, de conformidad con la Ley Federal de Minería, los concesionarios son obligados a cumplir con la normativa sobre protección ambiental y seguridad. El desarrollo de la actividad minera requiere una Evaluación del Impacto Ambiental, a través de la presentación de un (EsIA), en forma previa al inicio de las actividades mineras y de exploración. No obstante, la ley prevé la posibilidad de que un reglamento identifique algunas obras o actividades, que, a causa de su ubicación, tamaño, características o alcance, no causen impactos ambientales significativos, ni exceder los límites y condiciones establecidas en las normas legales acerca de la preservación del equilibrio ecológico y la protección del medio ambiente, por lo tanto, no es necesario que estén sujetas a la Evaluación de Impacto Ambiental.

1.2 Legislación minero - ambiental en Cuba

En su primer postulado, la Ley 81 “Ley del Medio Ambiente”, aprobada el 11 de julio de 1997 por el Parlamento Cubano, refleja el reconocido esfuerzo del estado,

respecto a la protección del medio ambiente en el marco de una política de desarrollo consagrada a lo largo de cuatro décadas de transformaciones revolucionarias, tanto políticas como socio - económicas, en estrecha correspondencia con el artículo 75 de la Constitución de la República de Cuba, al establecer que: “el estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país, reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo sostenible de la economía y la sociedad para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras”.

En el artículo 28 inciso e), de la mencionada Ley 81, se establece que la minería se encuentra dentro de las actividades sujetas al Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. Este proceso en las actividades de la minería, requiere en casi todos los casos de un Estudio de Impacto Ambiental (EslA), para proceder con el otorgamiento de la licencia ambiental correspondiente conforme al artículo 120 inciso a). Esta actividad se condiciona a que se ejecute sin causar menores alteraciones directas o indirectas a las locaciones bajo el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, a las aguas terrestres o marinas, la capa vegetal, la flora, la fauna silvestre y al paisaje, en general a todo el medio ambiente.

El interés ambiental en brindar protección a los recursos mineros, en la actualidad, se enfoca en dos direcciones: la primera, es evitar la extracción irrestricta y poco adecuada que conduce al agotamiento prematuro de las reservas y la segunda, a los efectos que causa la exploración y explotación de los yacimientos sobre el medio ambiente. En este sentido el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo, dedica su Capítulo 14 a la protección de los recursos mineros, que establece como objetivos a alcanzar, entre otros los siguientes:

1. Protección y manejo adecuado de los recursos minerales, a fin de lograr su máximo aprovechamiento que garantice el desarrollo sostenible de la actividad.
2. Fortalecer el trabajo de rehabilitación en los casos que proceda, en las áreas explotadas por la minería.
3. Elaborar o promover la promulgación de la legislación y regulaciones normativas de carácter técnico y organizativo que permitan el control eficiente sobre estas actividades.

En los últimos años se obtienen algunos logros en cuanto al cumplimiento de los mencionados objetivos, entre los que se destacan:

1. El desarrollo de la base legislativa de la rama, la Ley de Minas y su Reglamento, consideran en su articulado importantes exigencias ambientales.
2. La obligatoriedad de Estudios de Línea Base Ambiental, para el otorgamiento de las concesiones mineras y la exigencia de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental, permiten una reducción significativa de los efectos ambientales adversos de la actividad minera.
3. El establecimiento como norma de la rehabilitación de las canteras y la reforestación de las áreas mineras una vez concluida la explotación.
4. La actividad de la Oficina Nacional de Recursos Minerales, ejerce la inspección estatal sobre el uso racional de los recursos, la adopción de los programas de preservación del medio ambiente y su control.

El fundamento legal de los trabajos de rehabilitación, lo constituyen: la Ley No. 76 (Ley de Minas), el Decreto 222 (Reglamento de la Ley de Minas), la Ley 81 del Medio Ambiente y la Resolución 77/99 del CITMA (Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental).

La Ley No. 76 de Minas promulgada en 1994, constituye el instrumento jurídico más importante, en cuanto a la gestión de los recursos minerales. A continuación, se analiza brevemente su articulado relacionado con la rehabilitación.

Especial importancia reviste para la protección de los recursos naturales, la norma del artículo 34 de la Ley de Minas, sobre el contenido del instrumento mediante el cual el Consejo de Ministros o su Comité Ejecutivo otorgan una concesión minera, donde queda dispuesta la cuantía de los fondos financieros para restaurar el medio ambiente.

En su Capítulo VIII, sección segunda plantea “Sobre las obligaciones generales de los concesionarios” que:

Artículo 41. Todos los concesionarios están obligados a:

- c) Preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área objeto de la concesión, elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto

derivado de sus actividades, tanto en dicha área, como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquellos que son afectados.

En la Sección Cuarta “De la explotación y el procesamiento” del mismo capítulo, recoge que:

- g) Planificar los trabajos necesarios para la restauración o acondicionamiento de las áreas explotadas, en los términos establecidos por el órgano local del Poder Popular y la autoridad minera competente, según el caso, con la creación de los fondos financieros necesarios para estos fines.

En su Capítulo XI “De cierre de minas” considera de manera especial los aspectos ambientales:

Artículo 62. - El cierre temporal de una mina puede tener lugar debido a razones técnicas, económicas, minero - geológicas, hidrogeológicas, incendios, daños al medio ambiente u otras, que no permitan continuar la explotación del yacimiento.

Artículo 65. - Autorizado el cierre total o parcial con carácter temporal, el concesionario garantiza durante todo el período de cierre y hasta la extinción de la concesión:

- c) las medidas de restauración y rehabilitación del entorno.

Artículo 66. - Para el cierre de una mina total o parcialmente, con carácter definitivo, el concesionario presenta al Ministerio de la Industria Básica, hoy Ministerio de Energía y Minas, a través de la Autoridad Minera, las argumentaciones técnico - económicas y el programa de cierre que contenga:

- g) el programa de restauración de la superficie afectada y un informe sobre las afectaciones provocadas al medio ambiente.

El artículo 34 de la Ley 76, dispone que se determinen los fondos de las reservas financieras que cada concesionario debe tener para los gastos derivados de la protección del medio ambiente. Los fondos según el artículo 87 del Decreto 222, tienen que ser de una cuantía suficiente para cubrir los gastos derivados de las labores de restauración del área de la concesión y de las áreas devueltas, el plan de control de los indicadores ambientales y los trabajos de mitigación de los impactos directos e indirectos ocasionados por la actividad minera.

Según las Guías para la Realización de las Solicitudes de Licencia Ambiental y los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA), del Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA), en el acápite 5.3: Guías Específicas para los Estudios de Impacto Ambiental en la Industria Minera; para realizar (EsIA), correspondientes a proyectos de obras o actividades de minería, se utiliza la Guía General y los indicadores definidos en esta Guía Específica. Dicho estudio debe abarcar los impactos causados por las acciones propias del proyecto y su relación con las infraestructuras ubicadas dentro del área de impacto.

1.3 Antecedentes y actualidad del tema a nivel internacional

Rojas (2008), realiza una caracterización minero – ambiental de las canteras de materiales para la construcción del Valle de Aburrá y se presentan los tipos de explotaciones típicas en el área de estudio, su distribución espacial y las unidades geológicas explotadas en las que se desarrolla la actividad minera. Esta investigación, aborda el tema de la sostenibilidad de la minería de materiales para la construcción en el Valle de Aburrá y se plantea desde las perspectivas ambientales, económicas y sociales. El objetivo principal de este trabajo es evaluar la sostenibilidad de la extracción de materiales para la construcción, para lo que se conciben varios objetivos específicos basados en una estimación de las reservas mineras existentes en el área, así como un estimado de la demanda y tendencias de consumo de materiales para la construcción, lo anterior se utiliza para determinar el tiempo probable de vida de las explotaciones de materiales para la construcción en el mencionado Valle.

Al concluir el trabajo, se demuestra que las actividades mineras en el Valle de Aburrá se realizan bajo parámetros de insostenibilidad y dejan graves daños de difícil y costosa reparación, tanto en lo físico, como en lo económico y social. La insostenibilidad está relacionada con empresas mineras pequeñas, artesanales, con procesos poco tecnificados y con problemas de contratación de sus trabajadores, en muchos casos se consolidan como empresas de subsistencia, pues tienen poca inversión en todos los procesos básicos de una mina.

Martínez (2009), caracteriza el sector de los áridos, considerado como el mayor sector extractivo no energético de la Unión Europea y llega alcanzar en España el

85,8 % de la producción minera para el año 2006. Los altos niveles de producción provocan una metamorfosis de las empresas y una excepcional evolución de sus medios técnicos y humanos. Además, aumentan las exigencias medioambientales, de seguridad, de calidad de los productos, así como la presión social sobre las canteras, reflejo de la competencia por el uso del suelo. Con este trabajo de investigación se elabora un sistema de evaluación del nivel tecnológico del sector de los áridos, con una valoración que tiene en cuenta todos los aspectos que afectan a las canteras y que es aplicado a una explotación o a un conjunto de ellas, pertenecientes a un territorio concreto. La metodología se puso en práctica, a través del estudio de 50 canteras que representan más del 90% de las explotaciones activas de áridos de la Región de Murcia, lo que permite realizar una síntesis de los principales parámetros que definen a una cantera y su planta de tratamiento.

Ocampo (2011), caracteriza el estado ambiental actual de las canteras de áridos, ubicadas dentro del ejido de la ciudad de Comodoro Rivadavia y tiene especial interés en las que se observan residuos sólidos urbanos. Se incrementan 20 canteras cuyos sedimentos explotables son de origen fluvial. Los sitios, se posicionan geográficamente con *General Problem Solver* (GPS) y los datos obtenidos, son ingresados a un visualizador de imágenes satelitales y a un Sistema de Información Geográfica (SIG), ambos de licencia libre.

De las canteras levantadas, actualmente cinco se encuentran en explotación, las 15 restantes están abandonadas sin un plan de restauración, de las que cinco están convertidas en vertederos de residuos sólidos urbanos domiciliarios voluminosos (chatarras y escombros). Las canteras cercanas a las viviendas, son las que evidencian acumulación de residuos sólidos urbanos, pues poseen un acceso libre, mientras que las de acceso restringido por la presencia de tranqueras o cercados perimetrales, carecen de ellos. La topografía resultante de estas explotaciones, con cortes abruptos del terreno, sumado a que algunas son utilizadas posteriormente como depósitos clandestinos de desechos sólidos urbanos, constituye un gran peligro para las personas y los animales.

Al no existir una restauración del espacio degradado, se aceleran los procesos de erosión sobre los suelos sin cubierta vegetal y se genera un impacto visual en el paisaje. Todas estas consecuencias conllevan a un fuerte impacto negativo, tanto en el ambiente como en la calidad de vida de los ciudadanos, que puede ser revertido si se realiza una restauración adecuada del área afectada.

Villa (2012), aborda la extracción de recursos minerales en el oriente Antioqueño, la sostenibilidad y su repercusión en el medio ambiente, desde la perspectiva económica y ambiental. El proceso de evaluación del desarrollo de las actividades mineras, se realiza mediante 49 visitas técnicas a proyectos mineros, donde es posible evaluar el desarrollo de la minería y la sostenibilidad de la extracción de los materiales explotados, con base en el aprovechamiento y administración de los recursos naturales, medio de progreso y desarrollo para la minería, se estima así, la demanda y la tendencia del consumo de estos materiales en los municipios del oriente de Antioquia. Debido a los pocos estudios que evalúan los procesos mineros y la sostenibilidad de extracción minera en esta región, se realiza un análisis que permite brindar información acerca de dichos procesos, conocer la condición de explotación de estos materiales y ampliar el conocimiento en cuanto a los conflictos generados por esta actividad y la dinámica general de la extracción y comercialización.

Tchivikwa (2014), analiza la estructura productiva de la Sociedad Minera de Catoca y sus características geológicas, minero – técnicas del yacimiento, e identifica los efectos ambientales que se producen debido a la explotación a cielo abierto del yacimiento kimberlítico y las medidas generales de mitigación de los impactos ambientales negativos. En su elaboración, se aplican métodos empíricos y teóricos de la investigación científica para cumplir adecuadamente los objetivos planificados. Sigue una metodología en la que se resumen las técnicas, procedimientos y métodos de estudios que permiten entender, evaluar y concebir la influencia del proyecto de explotación de la Sociedad Minera de Catoca sobre el medio ambiente. Sus principales resultados son los siguientes: las acciones mineras producen impactos ambientales significativos que afectan a la vegetación, la fauna, el suelo, el agua superficial y subterránea, la atmósfera, la población, la

economía y el paisaje. El análisis de las características geológicas y minero - técnicas del proceso de producción, la identificación y relación de los impactos ambientales de la Sociedad Minera de Catoca, permite caracterizar minero - ambientalmente su actividad y proponer medidas para lograr una minería responsable.

1.4 Antecedentes y actualidad del tema en Cuba

Milanés (1996) y autores como Viage (2000); Gómez (2005); Alcaide (2010); Risco (2012) y Salazar (2015), realizan una caracterización detallada de los yacimientos pertenecientes a la Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia Santiago de Cuba, luego caracterizan el medio ambiente y los sistemas ambientales alterados por la minería. Efectúan además el diagnóstico de los problemas, emiten un juicio de valor a cada impacto y la propuesta de medidas correctoras para cada yacimiento. Por último, realizan una comparación entre estudios de morbilidad y mortalidad de las áreas de salud del municipio Santiago de Cuba. Estos trabajos carecen de una mejor perspectiva económica en su diseño, sin embargo, abordan muy bien lo referido con el medio ambiente de la región comprendida por el mismo.

La situación y perspectiva de la Industria Extractiva de Materiales para la Construcción de las provincias Orientales se aborda por Romero (1998), este investigador expone los factores que aceleran la contaminación ambiental provocada por la explotación de los yacimientos utilizados para la construcción y realiza la identificación de los impactos ambientales, pero no tiene en cuenta la geología, clima, topografía, hidrografía y la descripción del medio biológico. Además, efectúa de forma general un diagnóstico ambiental de los yacimientos de la región Oriental. Los fundamentos del trabajo sirven de base a la investigación actual y se considera que se realicen más investigaciones relacionadas con esta temática, para obtener detalladamente la caracterización minero - ambiental de todos los yacimientos de este tipo en el país.

Se desarrollan numerosas investigaciones que abordan caracterizaciones de la Industria Extractiva de Materiales para la Construcción de las provincias

Orientales, entre ellos se encuentran Noris (2013); Gámez (2013); Aguilar (2014) y Yibre (2015).

Noris (2013), analiza la estructura productiva de la Industria de Materiales para la Construcción de la provincia Holguín, las características geológicas y minero - técnicas de cada yacimiento en explotación. Como principales resultados, se identifican los efectos ambientales que se manifiestan en cada cantera y la propuesta de medidas generales para la mitigación de los impactos ambientales negativos.

La caracterización minero - ambiental de la Industria de Materiales para la Construcción de la provincia Guantánamo de Gámez (2013), analiza la estructura productiva de la Industria de Materiales para la Construcción de esta provincia, las características geológicas y minero - técnicas de cada yacimiento en explotación, e identifica los efectos ambientales que se manifiestan en cada cantera y deja reflejadas las medidas generales de mitigación de los impactos ambientales negativos.

Aguilar (2014), realiza el análisis de las características geológicas y minero – técnicas de cada yacimiento en explotación pertenecientes a la Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia Granma, identifica los impactos ambientales que se manifiestan en cada cantera y deja plasmada las medidas generales de reducción o eliminación de los impactos ambientales negativos, así como la potenciación de los impactos ambientales positivos significativos.

Por último, Yibre (2015), realiza la caracterización minero – ambiental del yacimiento de arena natural “Tibaracón del Toa”, perteneciente a la provincia de Guantánamo. Tiene como objetivo principal valorar la influencia de la explotación del yacimiento sobre el medio ambiente, analiza las características geológicas y minero - técnicas del yacimiento, e identifica los efectos ambientales que se manifiestan y propone medidas generales de mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por la extracción. En su elaboración, se aplican métodos empíricos y teóricos de la investigación científica, que permiten cumplir adecuadamente los objetivos planificados. Como conclusión del trabajo obtuvo, que la explotación del yacimiento “Tibaracón del Toa” produce efectos

ambientales negativos y las medidas elaboradas logran desarrollar una minería responsable.

CAPÍTULO II. MÉTODOS, MATERIALES Y ETAPAS METODOLÓGICAS PARA LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se establecen los métodos, materiales y las etapas metodológicas empleadas para realizar la caracterización minero - ambiental de las canteras pertenecientes a la Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia Las Tunas, para determinar sus impactos sobre el medio ambiente y proponer un conjunto de medidas que permita eliminar o minimizar los efectos negativos generados por la actividad minera.

2.1 Métodos de la investigación científica

En el desarrollo de la investigación se emplearon métodos empíricos y teóricos de la investigación científica.

Entre los **métodos empíricos** se utilizaron:

- **Compilación:** es el grupo de procedimientos y técnicas (incluyendo las bibliográficas y la minería digital) que permitió reunir y sistematizar un conjunto de datos mediante la revisión profunda y crítica de fuentes bibliográficas, orales, digitales o de otro tipo. Se aplicó a la hora de realizar el estudio de la legislación ambiental, las normas vigentes en el país, la lectura de literatura especializada, consultas de archivos, guías metodológicas, análisis de los elementos del proyecto, estudio de los componentes ambientales pertenecientes a las áreas de los trabajos, conformación de los datos del campo, así como en la confección del informe final y sus anexos.
- **Observación:** se utilizó para conocer la realidad del trabajo de la empresa y las canteras, en cuanto a: las características geológicas, ambientales, minero – técnicas y el estado del medio ambiente en las áreas de estudio.
- **Entrevista (Interrogación):** esta constituyó una modalidad que se basa en cierta comunicación entre el investigador (interrogador) y los sujetos interrogados, a través de una interacción verbal. Se aplicó a trabajadores y dirigentes de las canteras y de la empresa para familiarizarse con la temática en los yacimientos objeto de estudio. Además, se utilizó la técnica conocida como “Criterio de

expertos” para identificar las acciones capaces de producir impactos y los factores susceptibles a recibirlos, así como la caracterización de cada impacto.

Entre los **métodos teóricos** se utilizaron:

- Análisis - síntesis: se utilizó para desglosar el problema en sus partes esenciales y sintetizar e incorporar los aportes del conocimiento científico.
- Histórico - lógico: permitió conocer el desarrollo y evolución de la explotación en las canteras, así como la trayectoria de la industria en general.
- Deductivo - inductivo: se asumió para la realización de razonamientos lógicos, acerca de la explotación de las canteras para la formulación y verificación de la hipótesis.

2.2 Materiales

2.2.1 Metodología para la identificación de impactos

Las metodologías para la identificación de impactos tienen la finalidad de detectar los efectos potenciales tanto positivos (si producen efectos beneficiosos sobre el medio) como negativos (si producen efectos perjudiciales sobre el medio), que pudieran ser generados por la actividad minera.

Para llegar a conocer el origen y las condiciones de los efectos, fue conveniente trabajar de manera sistemática, eligiendo entre una o varias de las metodologías siguientes:

- Listas de chequeos
- Matriz de interacción (causa – efecto)
- Superposición de mapas
- Modelos de simulación
- Panel de expertos
- Diagramas de flujos

Teniendo en cuenta las particularidades de la investigación, el método eficaz debido a su sencillez y facilidad de aplicación fue la matriz de interacción (causa – efecto), que se utilizó para relacionar las actividades generadoras de impactos con los factores ambientales susceptibles de afectación, complementado con criterios

de expertos, lista de chequeos, tormentas de ideas y la consulta de otros estudios para proyectos similares en la región.

Ventajas del método utilizado:

- La matriz sirvió para identificar impactos y su origen permitió caracterizar la importancia de los mismos.
- Obligó a considerar los posibles impactos de proyectos sobre diferentes factores ambientales.
- Incorporó la consideración de importancia de un impacto ambiental.
- Permitió la comparación de alternativas en el desarrollo de una matriz para cada opción.
- Sirvió como resumen de la información contenida en el informe de impacto ambiental.

2.3 Etapas metodológicas de la investigación

Para la realización de esta investigación se cumplieron las siguientes etapas metodológicas, en los que se resumieron las técnicas, procedimientos y métodos de estudios que permitieron entender, evaluar y concebir la influencia que ejerce la explotación de los yacimientos pertenecientes a la Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia Las Tunas sobre el medio ambiente. (Figura 1).

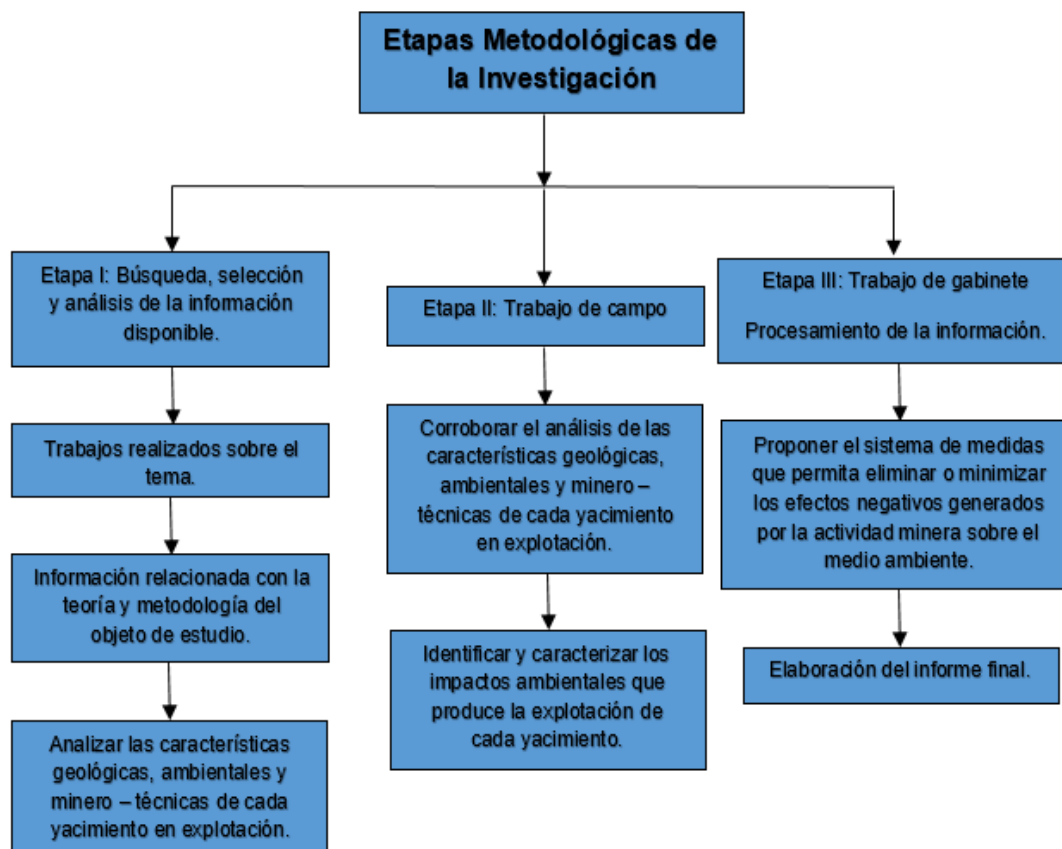


Figura 1. Etapas metodológicas de la investigación.

2.3.1 Descripción de las etapas metodológicas de la investigación

De este modo se describió cada una de las fases mencionadas:

1. Etapa I. Búsqueda, selección y análisis de la información disponible:

La revisión bibliográfica constituyó la etapa previa de toda investigación, en la misma se recopiló y revisó toda la información sobre el área de los trabajos. En esta etapa se consultaron y analizaron todos los informes existentes sobre estudios geológicos, ambientales y minero - técnicos de los yacimientos que se encuentran en explotación pertenecientes a la Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia Las Tunas; así como trabajos de diplomas, maestrías, artículos científicos, sitios web de internet, relacionadas con la caracterización minero – ambiental.

La búsqueda de documentos oficiales vinculados con las regulaciones ambientales vigentes en Cuba y el resto del mundo para la protección del medio ambiente, permitieron establecer las bases para la ejecución de la investigación.

Luego de haber desarrollado la búsqueda bibliográfica de dicha información, se comenzó a procesar e interpretar los datos obtenidos previamente, para posteriormente ser llevados a formato digital como parte de la memoria escrita del trabajo y también como documentos gráficos incluidos.

2. Etapa II. Trabajo de campo:

Se realizaron visitas a las canteras para recopilar la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos planteados, a través de las acciones siguientes:

- Corroborar el análisis de las características geológicas, ambientales y minero – técnicas de las canteras:

Se realizaron recorridos para verificar la información geológica, ambiental y minero – técnica de los yacimientos que se encuentran en explotación, a partir de la información recopilada y por la observación directa en el área donde se desarrollaron los trabajos, teniendo en cuenta varios aspectos: localización, clima, relieve, tectónica, hidrogeología, las descripciones del medio biológico (flora, fauna y microorganismos), del medio social y económico. Se identificaron en las áreas las principales acciones que conformaron el proceso de explotación de los depósitos, a partir de recorridos y consultas con los técnicos e ingenieros de las canteras.

- Identificar y caracterizar los impactos ambientales que produce la explotación de cada depósito:

Se realizaron recorridos en la zona de emplazamiento de las canteras y el entorno circundante con el objetivo de identificar y caracterizar los impactos ambientales. Se desarrollaron observaciones de la calidad del aire, las características de los suelos, la vegetación circundante, el paisaje, procesos erosivos, la flora y la fauna, así como presencia de asentamientos poblacionales cercanos que pudieran recibir influencia directa o indirecta de esta actividad.

3. Etapa III. Trabajo de gabinete:

En esta etapa se procesó toda la información recopilada:

- Proponer el sistema de medidas que permita eliminar o minimizar los efectos negativos generados por la actividad minera sobre el medio ambiente.
- Elaboración del informe final.

CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN MINERO – AMBIENTAL DE LAS CANTERAS PERTENECIENTES A LA EMPRESA DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS TUNAS

El objetivo del presente capítulo es reflejar las características esenciales de la provincia Las Tunas, la caracterización geológica, ambiental y minero – técnica de los yacimientos que se encuentran en explotación, teniendo en cuenta varios aspectos: ubicación geográfica, clima, relieve, hidrografía, constitución geológica, sistema de explotación, etc. Por último, identificar y caracterizar las principales afectaciones ambientales y proponer el sistema de medidas que permita eliminar o minimizar los impactos ambientales procedentes de la actividad minera. Su ejecución permitirá que se tomen acciones para dar solución a las principales problemáticas ambientales que provoca la explotación de los depósitos de Materiales para la Construcción de la provincia Las Tunas.

3.1 Características esenciales de la provincia “Las Tunas”

Es una provincia del oriente de Cuba que ocupa el noveno lugar en extensión con 6 595,25 km², representando el 6 % de la superficie total del país.

Está dividida en ocho municipios, tres en la costa norte: Manatí, Puerto Padre y Jesús Menéndez; dos en el centro: Las Tunas y Majibacoa; y tres en la costa sur: Jobabo, Colombia y Amancio.

3.1.1 Ubicación geográfica

Se encuentra situada en la región oriental, entre los 20° 40' y 21° 27' de latitud norte y los 76° 18' y 77° 49' de longitud oeste.

Límites geográficos:

- Al Norte: Océano Atlántico;
- Al Este: Provincias de Holguín y Granma;
- Al Sur: Golfo de Guacanayabo; y
- Al Oeste: Provincia de Camagüey

3.1.2 Relieve, hidrografía y clima

Predominan las llanuras: al norte, la llanura del norte de Camagüey - Las Tunas, donde se encuentran las lomas de Caisimú, Dumañuecos, Cerro Verde, Loma

Jengibre; al centro la llanura del sur de Camagüey - Las Tunas; y al sur, la llanura del Cauto.

Su hidrografía está representada por los ríos Chaparra, Jobabo, Sevilla y Tana, que con sus 74 km es el de mayor longitud. Los principales embalses son Juan Sáez, Las Mercedes, Gramal, Ciego y Yariguá.

Predominan los suelos pardos, ferralíticos, hidromórficos y vertisuelos.

El clima predominante es del tipo cálido tropical, con estación lluviosa en el verano. En la temporada que va aproximadamente de noviembre a abril las variaciones del clima se hacen más notables, con cambios bruscos asociados al paso de sistemas frontales, a la influencia anticiclónica de origen continental y de centros de bajas presiones extra - tropicales. De mayo a octubre, por el contrario, se presentan pocas variaciones, con la influencia más o menos marcada del anticiclón del Atlántico Norte. Los cambios más importantes se vinculan con la presencia de disturbios en la circulación tropical (ondas del este y ciclones tropicales).

3.2 Caracterización geológica, ambiental y minero – técnica de las canteras de Materiales para la Construcción de la provincia Las Tunas

La Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia “Las Tunas” (VITALMAC), es la encargada de producir materiales para la construcción con calidad, basados en la excelencia, innovación y experiencia, contribuyendo a la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente.

De las siete concesiones mineras aprobadas a la empresa, como se muestra en la Tabla 1, se realizó el estudio sólo a cuatro de ellas, que actualmente se encuentran en explotación (Cañada Honda, Amancio Rodríguez, El Rincón y La Canoa). Los otros tres depósitos (La Veguita, La Estrella y Cuatro Caminos) presentaron las siguientes deficiencias: falta de equipamiento minero y recursos materiales que no permitieron realizar una explotación óptima de los yacimientos, porque no adquirieron un buen desarrollo minero; por esta razón dichas concesiones no serán mencionadas en la caracterización que se realiza.

Tabla 1. Concesiones mineras de VITALMAC

No	Yacimientos	Minerales	Municipios
1	Cañada Honda	Caliza	Majibacoa
2	Amancio Rodríguez	Caliza	Amancio
3	El Rincón	Arena de granitoides	Las Tunas
4	La Canoa	Arena de granitoides	Las Tunas
5	La Veguita	Arena paleocauces	Majibacoa
6	La Estrella	Arcilla	Las Tunas
7	Cuatro Caminos	Arcilla	Las Tunas

En el Anexo 1, se muestra la ubicación geográfica de los cuatro yacimientos que se encuentran en explotación.

3.2.1 Yacimiento “Cañada Honda”

Ubicación geográfica

El área de estudio se ubica en el municipio Majibacoa, al norte de la carretera que enlaza las ciudades de Holguín y Las Tunas, a unos 28 km al SE de la última ciudad.

Coordenadas geográficas para el centro aproximado del yacimiento:

21° 25' 48" latitud norte

76° 41' 36" longitud oeste

Coordenadas Lambert:

X₁: 513 316 m

Y₁: 246 786 m

X₂: 515 216 m

Y₂: 246 779 m

X₃: 515 426 m

Y₃: 249 008 m

X₄: 513 521 m

Y₄: 248 975 m

Geología del yacimiento

Las estructuras que están presentes en esta área son las rocas contacto – metamorizadas con presencia de skarn, piroxenita, hornblendita, etc., relacionadas a un metamorfismo de bajo grado. Por encima se ubican rocas sedimentarias terrígenas carbonatadas con una morfología de llanura de erosión con cerros testigos residuales.

En la región afloran rocas graníticas, andesíticas, andesito – basales, dioritas, porfidios, granodioríticos y reolitas en general ubicadas hacia el centro de la zona, así como ultrabásicas serpentinizadas en ocasiones con relativa gran extensión (Cerro A y Cerro B). El yacimiento se presenta morfológicamente en forma de cerros alargados en dirección aproximada NW – SE coincidentes con la dirección de los estratos de calizas que toman localmente yacencia monolineal subvertical. Las litologías predominantes son las calizas organógenas de tonalidades grises, las que pueden transicionar con calizas detríticas, areniscas calcáreas, gravelitas, conglomerados y brechas calcáreas con intercalaciones de efusivos, andesitas y porfiritas andesíticas. Están presentes además en la roca encajante: dioritas, dioritas cuarcíferas, andesitas, porfiritas andesíticas, areniscas tobáceas, tobas, serpentinita, brechas de serpentinita, etc.

Clima e hidrografía

El clima de la región es tropical. La temperatura media anual del aire es de 25 °C, siendo la mensual de 28 °C y en enero de 23 °C. La humedad puede registrarse en valores que oscilan desde 71 % en abril hasta 82 % en septiembre y octubre. La red hidrográfica a escala regional está poco desarrollada, presenta algunos arroyos secundarios que drenan en su mayor parte hacia el SW hasta los ríos Naranjo y Majibacoa.

Paisaje

El paisaje existente en la zona de estudio atendiendo a las características geomorfológicas y sociológicas, se muestra de la siguiente forma:

En la cantera existen dos yacimientos (Cerro A y Cerro B), el yacimiento Cerro B se encuentra paralizado hace seis años, debido a que la explotación del Cerro A, como se observa en el Anexo 2, abastece los niveles de producción establecidos y se encuentra cercano a la Planta de Preparación Mecánica a una distancia de aproximadamente 1 Km.

El relieve de la zona donde se encuentra el yacimiento en explotación, en este caso el Cerro A, es llano con pequeñas ondulaciones y colinas de escasa altura (entre 120 y 190 metros sobre el nivel medio del mar (m s.n.m.m), sobresale en el lugar la Loma La Bartola con 231 m s.n.m.m).

Predominan los suelos poco profundos con reducido contenido de materia orgánica y muy pobre desde el punto de vista agrológico, además de estar muy erosionado por la falta de vegetación protectora. Predominan los afloramientos rocosos.

El aire presenta altos niveles de contaminación por partículas de polvo en suspensión aportadas por la Planta de Preparación Mecánica (Anexo 3), se dispersa a favor del viento a grandes distancias y excede los índices permisibles en lugares donde habitan seres humanos (dentro de la cantera y en el poblado de Cañada Honda), sitios más alejados como los poblados de Robotán y Las Parras, también sufren la influencia del polvo.

El principal curso de agua superficial del territorio lo constituye el río Majibacoa, que corre a menos de 2 km de la cantera; hacia él escurren las pequeñas corrientes de agua en el período de lluvia. Existe un cierre en su curso medio, formando el micro - embalse Las Minas, este embalse abastece de agua la instalación para el proceso productivo y en la actualidad se encuentra seco. En estos momentos se utiliza agua de varias lagunas construidas en zonas aledañas al yacimiento. Los pocos cuerpos de aguas superficiales de la zona están todos contaminados, fundamentalmente por materia orgánica y manifiestan diferentes grados de eutrofia.

En la zona de interés, según estudios realizados por los especialistas soviéticos y perforaciones efectuadas en el lugar, se demostró que no existe una cuenca de agua subterránea definida. Las rocas muy poco permeables determinan la existencia de agua freática en pequeños volúmenes, las que yacen a una profundidad que oscila entre los 5 y 10 m.

En resumen, en toda la zona de estudio no se observan elementos que posean valores estéticos, conservativos y funcionales. Tampoco poseen fragilidad, pues el paisaje está alterado. Por todas las razones antes expuestas se puede decir que no disponen de categoría para su conservación, ni se le plantean límites para su utilización.

Flora y fauna

La vegetación en las proximidades de la cantera es de tipo secundaria. Se caracteriza por la presencia de herbáceas, siendo de gran diversidad. Cubren el suelo evitando la erosión y el exceso de evaporación, a la vez forman microambientes donde se refugian, alimentan y reproducen seres vivos. En la zona de la cantera y los lugares aledaños a la misma, la fauna es la típica de espacios abiertos, entre los representantes se encuentran los animales de pequeño tamaño predominando las especies de invertebrados, en general se trata del grupo de especies que ha logrado adaptarse a vivir con el hombre en grandes espacios antrópicos.

Características tecnológicas y composición química de la materia prima útil

El material útil del yacimiento está compuesto por la capa areno - arcillosa formada como producto de la intemperización de las granodioritas, la que constituye una arena de grano medio de composición mineralógica cuarzo – feldespática, fundamentalmente caracterizada por poseer un aprovechamiento entre 60 y 80 % con predominio del intervalo 60 – 70 % de contenido de arena. (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Principales propiedades físico – mecánicas del material útil del Cerro A
FUENTE: Perotti (2002)

Descripción	Cerro A
Peso volumétrico (medio) seco	2,62 g/cm ³
Peso volumétrico (medio) saturado	2,63 g/cm ³
Absorción (media probable)	1,54 %
Resistencia a la compresión (seca)	685 kg/cm ²
Resistencia a la compresión (saturado)	410 km/cm ²
Marca	1000

Tabla 3. Composición química de la materia prima útil. FUENTE: Perotti (2002)

Materia prima	Composición (%)
SO ₃	< 0,10
Al ₂ O ₃	8,03
SiO ₃	25,36
CaO	30,19

Condiciones minero – técnicas del yacimiento

Las condiciones minero – técnicas del yacimiento son favorables para la explotación por el método a cielo abierto, teniendo en cuenta:

1. Ángulo de buzamiento del cuerpo mineral: yacimiento horizontal, superficial.
2. El ancho de la plazoleta de trabajo para el Cerro A (el mínimo 39 m y el máximo 55 m).
3. Longitud de avance de la perforación para el Cerro A= 67,6 m.
4. El ancho de avance de la perforación para el Cerro A= 12 m.
5. Coeficiente de destape medio: 0,5.
6. El yacimiento pertenece a la clase de llanura, su relieve es de morfología sencilla.
7. La cantera se explota a cielo abierto con un total de tres bancos y la altura oscila entre 8 y 10 m.

Sistema de explotación

El yacimiento de caliza (Cerro A) pertenece al tipo montañoso. La explotación del cerro según la clasificación de V.V. Rshvsky pertenece al grupo de tipo profundo (con la situación variada de la zona de trabajo). Al subgrupo “profundos transversales”, o sea del tipo profundo transversal de un solo borde con el movimiento de las rocas de destape hacia las escombreras exteriores.

Escombrera

Considerando la topografía, el área próxima al yacimiento y los límites de reservas útiles, el tipo de escombreo que se utiliza es de ladera, siendo el equipo formador de escombrera el buldócer. Estas escombreras se ubican en la parte suroeste del yacimiento y fuera de los límites del mismo a unos 50 m de distancia.

Equipamiento minero

Para las labores de desbroce y destape se cuenta con un buldócer Komatsu D – 85. Para la carga de la roca se emplea el cargador frontal Mega 400 (Daewoo) con capacidad de la cuchara de 4 m³ y la transportación se realiza mediante camiones KRAZ 256 – B1 con capacidad de 8 m³ y Sinotruk con capacidad de 10 m³.

Tecnología de arranque

Considerando las propiedades físico – mecánicas de las rocas, el arranque se realiza mediante el método de perforación y voladura. Las labores de perforación las realiza la Empresa de Servicios Geólogo – Minero (EXPLOMAT) y la misma cuenta con el personal y equipos calificados.

Planta de procesamiento

El ciclo en la planta de procesamiento inicia con el llenado de la tolva receptora con el material proveniente de la cantera, pasando a un alimentador vibrante provisto de parrillas de 40 mm, las fracciones de 0 – 40 mm por medio de canaletas van cayendo a una banda transportadora y a su vez a una zaranda recuperadora CM107 provista de una parrilla de 25 mm, que separa el material por debajo de 40 mm y lo deposita en la tolva.

El tamaño mayor de 40 mm entra en la trituradora de mandíbulas CM16D regulada a 100 mm con capacidad de producción de 50 m³/h. El material obtenido es recogido por medio de canaletas, depositado en un transportador de banda y conducido a la zaranda inglesa que se encuentra equipada con cuatro paños de 38 – 22 – 11 – 4,6 mm respectivamente. El tamaño mayor de 38 mm es retenido en el primer paño y cae a los molinos de impacto CM86 y AJAX-C, descendiendo por medio de canaletas al transportador de retorno y a su vez a la cinta transportadora para ser cribado de nuevo.

La distancia entre el frente de la cantera y la planta de procesamiento es de aproximadamente 1 km.

Desagüe de la cantera

Para lograr el desagüe de las aguas pluviales en el yacimiento, el proyecto prevé la construcción de los pisos de cantera con una inclinación hacia el frente de

trabajo de 2 %, de esta manera el desagüe se efectúa por gravedad hacia las cotas inferiores del yacimiento.

Vías de acceso

En el yacimiento los viales de acceso a la cantera son terraplenes en un estado bastante aceptables, unos de acceso a la Planta de Preparación Mecánica y otros al frente de la cantera. El ancho de la parte transitable del camino en los tramos rectos es de 9,5 m y en los tramos que poseen curvas es de 11,5 m. El camino en toda su longitud se rellena con grava de fracciones entre 40 – 60 mm y con el espesor de 15 cm. Después esa grava es compactada con la ayuda de un cilindro para su conformación, el camino se rellena con los desechos de la trituración con un espesor de 5 cm y luego se vuelve a pasar el cilindro.

Régimen de trabajo

El yacimiento cuenta con un turno de trabajo diario con una duración de 8 h y de los 365 días del calendario se utilizan 332 (se excluyen 7 días feriados, 11 días por mantenimiento y 15 por reparación).

3.2.2 Yacimiento “Amancio Rodríguez”

Ubicación geográfica

El yacimiento se encuentra ubicado en la porción noroeste de la elevación local conocida como Loma San Martín, a 17 km al NE del municipio Amancio, perteneciente a la provincia de Las Tunas.

Coordenadas geográficas para el centro aproximado del yacimiento:

20° 58' 34" de latitud norte.

77° 31' 34" de longitud oeste.

La zona se enmarca dentro de las coordenadas Lambert siguientes:

X ₁ : 427 069 m	Y ₁ : 258 409 m
X ₂ : 427 942 m	Y ₂ : 258 382 m
X ₃ : 427 973 m	Y ₃ : 259 451 m
X ₄ : 427 047 m	Y ₄ : 259 441 m

Relieve

Presenta pequeñas alturas de tipo erosivo y petrogénicas en forma de cadenas disecionadas con alturas residuales. Geomorfológicamente la zona posee formas

de relieve con superficie cársica de variados tipos, petrogénica y cadenas denudadas. En general las alturas se encuentran entre 60 - 100 m, con altura máxima local en el propio yacimiento (Loma San Martín) con 196 m. Se presentan algo alargados en dirección SW, sus bordes son en general algo escarpados con excepción del flanco NW (cantera local) hacia el SW y centro del mismo, formando una pendiente relativamente suave.

Estratigrafía y litología

El yacimiento está compuesto, en su parte norte, por las rocas de la formación Jimaguayú, asociadas por las calizas biógenas, biocalciduritas con abundante contenido fosilífero. La secuencia de esta formación yace en concordancia sobre la formación Durán, aunque no se ha podido observar este contacto en detalle. Las rocas de la formación Durán se componen por conglomerados, areniscas y calizas. En sus flancos como en profundidad no se encontraron otras rocas, todos los pozos terminaron en las calizas organógenas porosas y algo cavernosas.

Predominan dos litologías fundamentales: calizas organógenas y caliza margosa. En general las calizas organógenas están descritas como: caliza organógena dura, microcristalina de color crema, con algunos lentes de calizas más recrystalizadas. En su estructura posee fósiles, cristales y lentes de calcitas.

En las zonas de fractura aparecen depósitos de carbonato y arcilla de color rojizo (laterita). Aparecen zonas de agrietamiento subverticales, las que están rellenas de material arcilloso – carbonatado de color carmelitoso y algunas dentritas (posiblemente manganeso). La potencia del yacimiento varía desde 2 - 3 m en la zona baja de la cantera hasta más de 80 m en la zona alta. La dirección de buzamiento es variable, predomina 220°- 230° y 30° - 40°.

Tectónica

En todo el yacimiento se observan fenómenos plicativos. En la zona alta se distingue un anticlinal hacia el noroeste, limitándose los flancos por la falla que atraviesa la zona en su parte central, al otro lado de la falla la dirección del buzamiento es inversa y en casos extremos los ángulos alcanzan hasta 90°.

Las grietas del yacimiento son producto de fenómenos de meteorización, aunque no se descarta que la tectónica haya influido en su formación.

Hidrología

En el área del yacimiento hacia el oeste, pero alejado de éste, a una distancia de alrededor de los 4 km se encuentra el río Sevilla, con un área de cuenca de 565 km². Por el norte a 1 km se presenta el Guananya, un afluente del Sevilla. No ofrecen peligro para el yacimiento.

Según los datos obtenidos durante mediciones del régimen, el nivel freático se ubica en la cota + 67,65 m y los trabajos en el mismo llegan hasta el horizonte + 111 m, por tanto, las aguas subterráneas no constituyen problema alguno para la explotación del yacimiento.

Características geotécnicas del macizo rocoso

- La masa volumétrica tiene una media de 2,53 g/cm³ en todo el yacimiento.
- La absorción tiene un valor medio de 2,45 %.
- Los 38 pozos pertenecientes a la investigación realizada por Reyes Soler y Kriz en su conjunto tienen resistencia a la compresión seca y situada por encima de los 200 kgf/cm² que se impuso como restricción.

Condiciones de yacencia del mineral y las rocas encajantes

Desde el punto de vista ingeniero - geológico es posible decir que las rocas encajantes son continuas y poseen una resistencia a compresión que sobrepasan los 500 kgf/cm².

Las margas se presentan como intercalaciones de color gris, fragmentadas, agrietadas y mineralizaciones de color negro en los planos de las grietas. Se observa la presencia de arcilla en las cavernas, con colores que varían desde el pardo rojizo al amarillento, con fragmentos de calizas alteradas, a veces, sobre todo cerca de la superficie es laterítica con oxidaciones de hierro mezclado y fragmentos de calizas alteradas, calcificadas y porosas muy afectadas por los procesos de meteorización.

Existen dos tipos de intercalaciones de estériles:

La primera compuesta por rocas que, por causa específica no cumplen con los requisitos tecnológicos (por ejemplo, con una resistencia inferior a 200 kgf/cm²) y la segunda compuesta por intercalaciones de arcillas que siempre van a coincidir con cavernas rellenas.

Características cualitativas de los minerales

El contenido de CaCO_3 se encuentra por encima del 95 % y el MgCO_3 en algunos casos no sobrepasa de 2 - 3 %. Es apreciable que el CaO , en ningún caso baja del 54 % (96,43 % de CaCO_3), lo que se corresponde con los resultados arrojados por la muestra básica de estudios anteriores.

Según los datos, las muestras señalan al mineral de este yacimiento como una caliza de origen orgánica.

De acuerdo con los análisis realizados hasta el momento, el mineral de este yacimiento tiene características mecánicas buenas, así mismo la media del yacimiento y de la generalidad de los bloques está muy por encima de la marca mínima solicitada para minerales utilizables en la producción de áridos. Según los resultados obtenidos en el valor de la absorción este mineral es utilizado para áridos gruesos, para hormigones con resistencia menor o igual que 200 kgl/cm y para la obtención de áridos finos, producto que no requiere de una materia prima con determinada absorción.

Tecnología de arranque

Se realiza por el método de perforación y voladura.

Sistema de explotación

El sistema de laboreo empleado es continuo, transversal de dos bordes según la clasificación de V. V Rzhhevkiy, con transporte automotor y el traslado de las rocas estériles a la escombrera exterior según la clasificación de Melnikov.

La cantera se explota a cielo abierto, como se observa en el Anexo 6, con un total de tres bancos y la altura oscila entre 8 y 10 m.

Escombrera

Teniendo en cuenta el relieve abrupto que presenta el yacimiento, se emplea una escombrera de ladera, utilizando para el traslado del estéril camiones de volteo KRAZ, modelo 256 - B1. La escombrera se encuentra en la parte noroeste del yacimiento y fuera de los límites del mismo a unos 60 m de distancia.

Equipamiento minero

Para las labores de desbroce y destape se cuenta con un buldócer Komatsu D – 85. Para la carga de la roca se emplea el cargador frontal Mega 400 (Daewoo) con

capacidad de la cuchara de 4 m³ y la transportación se realiza mediante camiones KRAZ 256 – B1 con capacidad de 8 m³ y Sinotruk con capacidad de 10 m³.

Desagüe de la cantera

Para facilitar el drenaje de las aguas pluviales en el yacimiento, el proyecto prevé la construcción de los pisos de cantera con una inclinación hacia el frente de trabajo de 2 %, de esta manera el desagüe se efectúa por gravedad hacia las cotas inferiores del yacimiento.

Régimen de trabajo

El yacimiento cuenta con un turno de trabajo diario con una duración de 8 h y de los 365 días del calendario se utilizan 332 (se excluyen 7 días feriados, 11 días por mantenimiento y 15 por reparación).

3.2.3 Yacimiento “El Rincón”

Ubicación geográfica

El objeto de obra se ubica geomorfológicamente en la Megarregión Cuba - Central, en las llanuras y alturas centrales de Florida – Camagüey – Las Tunas, con relieve de llanuras abrasivas, abrasivo - denudativas, con alturas entre 80 y 90 m y pendientes del 1 %. En la zona el drenaje superficial es considerado eficiente según el mapa de factores limitantes del suelo.

La zona se enmarca dentro de las coordenadas Lambert siguientes:

X ₁ : 492 001 m	Y ₁ : 252 671 m
X ₂ : 492 792 m	Y ₂ : 252 619 m
X ₃ : 492 810 m	Y ₃ : 253 467 m
X ₄ : 492 035 m	Y ₄ : 253 430 m

Geología

El área es parte del cuerpo intrusivo granodiorítico. En sus flancos norte y sur predominan secuencias vulcanógeno - sedimentaria frecuentemente metamorizadas. Las dioritas, granodioritas, cuarcitas y dioritas cuarcíferas son las más abundantes en este tipo de intrusivo y datan del Cretácico Superior. Los minerales que se aprecian comúnmente son: feldespatos, cuarzos, hornblenda y micas.

Suelos

Los suelos presentes en la zona se clasifican en los agrupamientos fersialíticos pardo rojizos. Por la profundidad efectiva se denominan suelos poco profundos (30 a 40 cm), sustentados sobre rocas ácidas (granitoides) y son medianamente productivos. A pesar de que sus pendientes son menores del 1 % se observan manifestaciones de erosión por el alto contenido de arena. Debido a su uso actual, (con fines mineros) no posee interés agrícola.

Clima

En esta zona predominan los vientos del ENE. Desde el punto de vista climático, posee un clima tropical de sabana (Aw), con veranos relativamente húmedos y temperaturas que oscilan entre 23 y 27°C.

Flora y fauna

La vegetación es secundaria debido a la alta antropización del lugar, representada por herbáceas y algunos representantes arbustivos como el *Dichrostachys cinerea* (Marabú), Poaceae, Euphorbiaceae, Malváceas, Mimosoideae y Aumaranthaceae son las familias más representadas. Dentro de las que abundan mayormente están *Jatropha gossypifolia*, *Amaranthus espinosus*, *Cynodon dactylon*, *Brachiaria dística*, *Paspalum notatum*, *Sida spinosa*.

La fauna del lugar es pobre, en cuanto a su diversidad, por ser un área muy antropizada, sólo existen poblaciones abundantes de grupos como insectos y reptiles que se han habituado a la vida con el hombre y cuyos controles biológicos están deprimidos por la destrucción de las cadenas alimenticias.

No se tiene conocimiento de especies en peligro de extinción, ni de interés conservacionista.

Aguas subterráneas

Se ubica en áreas del macizo hidrogeológico, donde las rocas son poco permeables, presentando valores de transmisividad menores a los 100 m²/día. Por lo general las aguas subterráneas proceden de la infiltración de las precipitaciones atmosféricas que ocurren en la región, las que constituyen la principal fuente de alimentación. Con relación a la profundidad de yacencia de las aguas subterráneas existe un predominio entre 1,0 y 10 m de profundidad. La dirección

del flujo subterráneo se presenta en varias direcciones producto a los desniveles del terreno y a las condiciones topográficas, pero en sentido general predomina el flujo desde el Parte Aguas Central hacia la porción sur.

Las aguas subterráneas que se acumulan en esta estructura son del tipo de grietas y de poros, lo que incide directamente en que los caudales de explotación alcancen valores entre 0,50 a 1,50 l/s, las mismas se emplean fundamentalmente en abastos menores en la rama ganadera y pequeñas comunidades rurales. En esta estructura hidrogeológica no existe la presencia de cuencas subterráneas.

Aguas superficiales

El área de estudio se localiza en el tercio inferior de la cuenca tributaria al embalse El Rincón. El drenaje superficial es bueno y se produce de este a oeste, a través de las líneas del terreno. La red hidrográfica de la zona es pobre, se destaca un arroyo que prácticamente limita el yacimiento hacia al noroeste.

A pesar de la cercanía de la zona con el arroyo y el embalse El Rincón, hasta este momento no se ha producido inundaciones, aún en épocas de intensas lluvias y/o ciclónicas.

Características generales del yacimiento

La materia prima que se procesa está constituida por rocas granodioritas meteorizadas con una coloración gris a carmelita claro debido a un bajo contenido de mineral máfico. Las formaciones intrusivas que son las que nos interesan y dentro de estas las formadas por dioritas y granodioritas cuarcíferas constituyen el yacimiento, perteneciendo al complejo granodiorítico en su fase principal, describiéndose como medio granulares contenedoras de feldespatos de potasio, tonalita, granodioritas y monzonitas cuarzosas.

Tecnología empleada en la cantera

La tecnología empleada para la explotación del yacimiento está formada por un pabellón principal en que se realizan las actividades de producción y tres auxiliares destinadas a las oficinas, los almacenes y el comedor.

Descripción de la línea de producción principal:

1. Replanteo;
2. Desbroce;

3. Destape;
4. Construcción de trincheras de accesos y corte;
5. Explotación; y
6. Beneficio

El flujo de la planta se divide en cuatro secciones o etapas bien definidas:

1. Recepción de la materia prima

Esta etapa se inicia con el llenado de la tolva con la arena procedente del yacimiento, es de destacar que esta materia prima presenta un alto contenido de gravas y arcillas.

2. Lavado y tamizado

Después de que la tolva se encuentra llena, el material es transportado mediante bandas transportadoras hasta un tambor rotatorio que mezcla la arena con el agua donde se separan las fracciones mediante un tamiz de 5 mm.

3. Clasificación y vertimiento

Luego de separadas las fracciones es enviada hacia tres lugares diferentes, el agua mezclada con arcillas es dirigida hacia los fosos, la grava gruesa mayor de 5 mm que es depositada en una banda de goma y trasladada hasta la tolva de desechos y por último la arena beneficiada mezclada con agua es vertida en un tornillo sinfín para lograr la decantación del agua, la misma se dirige hacia los fosos y la arena es depositada en una banda de goma donde es transportada hasta la tolva del producto terminado.

4. Recepción del producto terminado

Después de depositado el mineral en la tolva, es situado en el patio de almacenamiento o vendida directamente.

La capacidad de procesamiento de la planta está diseñada para 25 m³/h, con el siguiente régimen de trabajo:

- Turnos diarios: 1
- Duración del turno: 8 h
- Días utilizables: 280

El objetivo de esta planta beneficiadora de arena es satisfacer la demanda de áridos finos para la construcción en el territorio.

Esta planta no tiene presa de productos estériles, pero los residuales de agua mezclado con arcillas son depositados en fosos para lograr un reciclaje de las aguas, cuando se llenan los mismos son dragados y ese lodo es depositado en la escombrera.

Tecnología de arranque

Se emplea el arranque directo con un buldócer Komatsu D – 85 con mullido previo de las rocas, a través de sus escarificadores en pasos cruzados a una distancia de 20 m. La carga se realiza con el cargador frontal Mega 400 (Daewoo) con capacidad de la cuchara de 4 m³ y el material es transportado hacia la planta en camiones de volteo KRAZ 256 – B1 con capacidad de carga de 8 m³ y Sinotruk con capacidad de 10 m³.

Sistema de explotación

Se utiliza el sistema de explotación sin profundización con avance longitudinal de un borde y transporte automotor para el traslado del mineral.

La cantera se explota a cielo abierto con un banco de 6 m de altura.

Escombrera

Teniendo en cuenta el relieve relativamente plano que presenta el yacimiento se utiliza la escombrera de plazoleta, las rocas se descargan sobre toda el área de la escombrera, después se nivela con el buldócer y es compactada con la ayuda de un cilindro para su conformación, quedando lista para la formación de la segunda capa. La misma, se encuentra ubicada dentro de los límites del área de la concesión minera al suroeste del yacimiento a una distancia de 60 m. La capa vegetal se ubica en los depósitos de suelo y se mantiene en conservación para trabajos de rehabilitación de las áreas ya laboreadas y el estéril ubicado en la escombrera que contiene material areno – arcilloso se utiliza como materia prima para la producción de ladrillos rojos.

Desagüe de la cantera

El drenaje de la cantera no precisa un estudio de la afluencia de agua, debido a que la arena granodiorita por su composición granulométrica propicia la infiltración de las precipitaciones atmosféricas y el movimiento rápido de las aguas subterráneas, garantizando un drenaje de forma natural.

3.2.4 Yacimiento “La Canoa”

Situación geográfica del yacimiento

El yacimiento de arena granodiorita intemperizada “La Canoa”, está situada en los alrededores de la ciudad de Las Tunas, a unos 3 km de ésta y forma un arco de unos 90° que va desde el flanco este hasta el norte. (Tabla 4).

Las coordenadas geográficas del centro del yacimiento son:

21° 00' 32" Latitud norte

76° 56' 46" Longitud oeste

Tabla 4. Coordenadas Lambert del área de explotación

X ₁ : 487 768 m	Y ₁ : 260 322 m
X ₂ : 489 157 m	Y ₂ : 260 209 m
X ₃ : 489 276 m	Y ₃ : 262 061 m
X ₄ : 487 907 m	Y ₄ : 262 002 m

Las rocas útiles están representadas por las granodioritas y dioritas cuarcíferas del macizo intrusivo Sibanicú - Victoria de Las Tunas y presentan textura en forma de arena producto al granitoide intemperizado.

En este yacimiento se destaca la llanura divisoria de las aguas Camagüey - Tunas que ocupa la parte norte de la región. La distancia media de las depresiones entre el relieve y los ríos oscila de 0,3 - 0,7 km, la diferencia de las cotas es de 10 - 100 m.

Relieve, clima e hidrografía

Este yacimiento presenta un relieve regional relativamente plano.

El clima es tropical, típico de llanuras con humedecimiento estacional, relativamente estable y temperaturas medias anuales de aire de 25 °C.

La red fluvial de la región está representada por los ríos: la Arena, Hormiguero, Cayojo, Birama, a éstos desembocan algunos arroyos intermitentes que escurren las pequeñas corrientes de agua en épocas de lluvia. Se abastece de agua la instalación para el proceso productivo a partir de las acumulaciones en las áreas explotadas de la cantera.

Según estudios del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) de la provincia, se determinó la no existencia de aguas subterráneas definidas, encontrándose en el lugar aguas filtradas que forman depósitos discontinuos.

En la zona donde se encuentra la instalación no existen corrientes superficiales importantes, encontrándose pequeñas líneas de aguas contaminadas fundamentalmente de materia orgánica y manifiestan diferentes grados de eutrofia que corren de forma intermitente en períodos de lluvias hacia el micro – embalse La Canoa.

Suelos

Los suelos del área analizada son 100 % pobres para las actividades agrícolas, son arenosos con escaso contenido de materia orgánica y están cubiertos en gran medida por el marabú.

Características geológicas del yacimiento

El yacimiento de arena eluvial “La Canoa”, de la corteza de intemperismo de los granitoides (granodioritas, monzonitas cuarcíferas, monzodioritas y dioritas) del Cretácico Superior, se encuentra situado en el extremo oriental del Anticlinorio Camagüey (en la porción oriental del macizo intrusivo Sibanicú - Victorias de Las Tunas), está constituido por rocas metamórficas, vulcanógenas y sedimentarias de edad Pre - Maestiehtiano, por formaciones intrusitas del Cretácico Superior y por los depósitos micénicos que las recubren.

A la formación geológica de la región forman parte el complejo metamórfico, vulcanógeno - sedimentario, intrusivo, sedimentario del cretácico y depósitos cuaternarios.

Génesis del yacimiento

Por su génesis el yacimiento está relacionado con las rocas intrusitas del Cretácico Superior (granodioritas, monzonitas, monzodioritas cuarcíferas, monzodioritas y dioritas) recubiertas por una capa de pequeña potencia de sedimentos cuaternarios. El yacimiento está representado por la parte más desintegrada de las rocas intrusitas denominada “Corteza de Intemperismo”. Presenta variabilidad en su potencia, estando en función, generalmente, del grado de alteración en el yacimiento.

Por la acción de los agentes exógenos tales como la lluvia, el aire, etc., las rocas sufren alteraciones y se destruyen con facilidad, formándose la corteza intemperizada con potencia de 8 - 10 m o más, estas alteraciones se ven favorecidas por los procesos tectónicos.

Estratigrafía y litología del yacimiento

El yacimiento de arena de la corteza de intemperismo “La Canoa” está ubicado en los límites del macizo intrusivo Sibanicú - Las Tunas, en su parte oriental. Dicha corteza está compuesta por formaciones propiamente intrusivas, a ella se asocian rocas tales como: granodioritas, monzonitas y dioritas de cuyo eluvio se obtiene por medio del lavado de la arena beneficiada.

En la composición del complejo granodiorítico se destacan las siguientes variedades de rocas:

Fase principal:

- a) Medio granulares contorneadas de feldespato de potasio, granodioritas, tonalitas y monzonitas cuarzonas.

Fase de pequeñas intrusiones:

- a) Granitos alcalinos feldespáticos – potásicos leucocráticos plagiogranitos.
- b) Granodioritas.

Las rocas de la fase principal representan en sí, por consiguiente, series diferenciadas, en las que tienen lugar por lo visto el cambio facial de los diversos óxidos básicos.

La fase de pequeñas intrusiones fija en sí, el acceso tardío al magmatismo intrusivo por la vista de los productos residuales de la función diferenciada por el contraste.

Las rocas que constituyen el yacimiento pertenecen a la fase principal descrita con anterioridad.

Tanto el yacimiento como sus alrededores se encuentran formados por granitoides generalmente granodiorita, diorita y/o monzonita con grado de alteración que determina la variabilidad de la roca, observándose una composición mineralógica, feldespático micácea – arcillosa con poco cuarzo y una granulometría heterogénea. En la misma participan las fracciones grava, arena, polvo y arcilla.

La capa del material útil presenta potencias irregulares de arena y comúnmente sobreyace una cubierta de destape que, de abajo hacia arriba, se compone de una capa arcillo - arenosa representada por una alteración intensa del granitoide y arriba por una capa de materia orgánica (humus).

Hidrogeología

La capa de los detritos arenosos – limosos - arcillosos no está inundada. Las aguas subterráneas se encuentran a profundidades mayores de los 8 m y en diferentes niveles sobre las rocas originales compactas subyacentes.

El yacimiento está situado en la meseta de la línea divisoria de las aguas y tiene las condiciones favorables para el desagüe.

Las rocas de la capa útil están muy compactas e impermeables.

Propiedades físicas de la materia prima y de las rocas encajantes

Generalmente las rocas que constituyen el yacimiento presentan propiedades físicas favorables para los usos planteados, caracterizándose por ser homogéneas y por encontrarse con un alto grado de alteración. Durante la perforación de los pozos se comprobó que la arcilla está disgregada y que por debajo del nivel freático el material arenoso se recupera casi sin arcilla, o sea que durante el proceso de lavado en la planta es posible eliminar la arcilla de la masa areno - arcillosa y obtener una arena limpia con un porcentaje de arcilla dentro de lo permisible.

Características cualitativas del mineral

De acuerdo con la tarea técnica para la exploración el porcentaje total de las impurezas de gravillas, partículas arcillosas y lino, en la roca útil no debe sobrepasar el 40 %.

Según los datos de los ensayos de laboratorio, la materia prima no contiene mezclas orgánicas.

Los parámetros físico – mecánicos de la materia prima inicial en la capa útil varían por su extensión y potencia dentro de los límites de 5 - 10 %. El porcentaje promedio ponderado de la arena y las impurezas es el requerido.

Utilización del producto terminado

El producto terminado se emplea en la elaboración de bloques, mosaicos, asfalto, tubos de hormigón, los que van a ser utilizados en las diferentes obras sociales que se construyen en la región.

Composición química

El contenido de SO_3 varía entre 0,00 y 0,10 %, en las muestras es de 0,10 %. Según las normas vigentes, el contenido de SO_3 es limitado hasta el 1 % como máximo, por lo que desde el punto de vista del contenido de azufre caracterizamos la materia prima como conveniente para la fabricación de materiales para la construcción. El contenido de SiO_2 varía entre 50,72 y 64,97 % en la gran mayoría de 54 - 63 %. En las muestras analizadas para el Fe_2O_3 , oscila entre 3,20 y 7,42 % y para FeO entre 0,41 y 3,61 %.

Se puede señalar, además, que el contenido de Al_2O_3 promedio es de 15,7 % y el de MgO de 2,39 %, lo que indica el proceso de desintegración caolinítico y clorítico de la materia prima.

Tecnología de arranque

El arranque de la roca se realiza directamente con el buldócer Komatsu D – 85 con mullido previo de las rocas, a través de sus escarificadores en pasos cruzados a una distancia de 20 m, la carga se realiza con el cargador frontal Mega 400 (Daewoo) con capacidad de la cuchara de 4 m³ y el material es transportado hacia la planta en camiones de volteo KRAZ 256 – B1 con capacidad de carga de 8 m³ y Sinotruk con capacidad de 10 m³.

Sistema de explotación

Se utiliza el sistema de explotación sin profundización con avance longitudinal de un borde y transporte automotor para el traslado del mineral.

La cantera se explota a cielo abierto con un banco de 5 m de altura.

Escombrera

El yacimiento presenta un relieve relativamente plano, por lo que se utiliza la escombrera de plazoleta.

Se encuentra ubicada dentro de los límites del área de la concesión minera al suroeste del yacimiento y a una distancia de 40 m.

Régimen de trabajo

La capacidad de procesamiento de la planta está diseñada para 25 m³/h, con el siguiente régimen de trabajo:

- Turnos diarios:1
- Duración del turno: 8 h
- Días utilizables: 280

Desagüe de la cantera

La arena granodiorita por su composición granulométrica, que es de media a gruesa, propicia la infiltración de las precipitaciones atmosféricas y el movimiento rápido de las aguas subterráneas, garantizando un drenaje de forma natural.

El agua residual proveniente del lavado de la arena en el proceso productivo es conducida por una red de canaletas, como se observa en el Anexo 7 y es trasladada hasta unas lagunas, donde se separa la arcilla por decantación, lo que permite la reutilización del 70 % del agua en el proceso. No se vierte agua residual fuera de este sistema de lagunas.

3.3 Identificación y caracterización de los impactos ambientales que causan los yacimientos pertenecientes a la Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia Las Tunas

Para la identificación y caracterización de los impactos ambientales fue necesario estudiar previamente las particularidades del medio donde se desarrollaron los proyectos, haciendo énfasis en cada uno de los componentes ambientales, por tratarse de la región que rodea estas canteras, un medio especialmente frágil, lo que se derivó de la multitud de interrelaciones existentes entre los elementos ambientales implicados, las acciones derivadas de las fases de explotación y la preparación mecánica del mineral, capaces de producir impactos sobre dichos componentes.

En el análisis se partió de la determinación de las principales operaciones mineras que tuvieron implicaciones temporales, los factores ambientales que afectaron las mismas y los impactos que se presentaron. Así, se reconocieron las acciones susceptibles de provocar impactos y los factores ambientales que pudieron ser potencialmente afectados. Una vez realizado este análisis, se procedió a

relacionar cada acción con los diferentes factores, lo que permitió identificar y caracterizar los posibles impactos ambientales.

3.3.1 Identificación de los impactos ambientales

Para la identificación de los impactos ambientales generados por la actividad minera, se construyó un cuadro de doble entrada o matriz de interacción (causa - efecto), en donde se analizó la interrelación entre las actividades del proyecto generadoras de impactos y los elementos ambientales, sin emitir juicio de valor, complementado con criterios de expertos, listas de chequeos, tormentas de ideas y la consulta de otros estudios para proyectos similares en la región.

Descripción de la confección de la matriz de interacción (causa – efecto)

Las tablas de doble entrada o también llamada matriz de interacción (causa – efecto), se realizó de la manera siguiente: en ella se relacionaron las actividades generadoras de impactos, con los factores susceptibles de afectación y las listas de chequeos de indicadores de posibles impactos (Carcassés, 2017).

Los factores ambientales que se consideraron en la matriz, se agruparon según los siguientes tipos:

1. Paisaje y morfología;
2. Suelo y relieve;
3. Atmósfera;
4. Aguas superficiales y subterráneas;
5. Flora y fauna;
6. Geofísicos; y
7. Medio socio – económico.

Las acciones del proyecto que influyeron sobre los factores naturales y socio - económicos del medio son los siguientes:

1. Construcción de caminos;
2. Desbroce;
3. Destape;
4. Creación de escombreras y depósitos de suelos;
5. Extracción (voladuras y medios mecánicos);
6. Carga y transporte; y

7. Trituración del material extraído (Planta de Preparación Mecánica).

Para la confección de la matriz de interacción (causa – efecto), se agruparon los cuatro depósitos en dos grupos, de acuerdo a la tecnología empleada y el material extraído, como se muestra posteriormente:

- En los yacimientos “Cañada Honda” y “Amancio Rodríguez”, su fuente de extracción está dada fundamentalmente por calizas y en ambas se utiliza el mismo método de explotación mediante voladura y sus impactos al medio ambiente son similares.
- En los yacimientos “El Rincón” y “La Canoa” se emplea el método de explotación por medios mecánicos para la extracción de arena granitoide y los impactos al medio ambiente son similares.

Los resultados finales son mostrados en las tablas 5 y 6, donde se relacionaron las principales actividades mineras con los impactos más significativos sobre los factores ambientales en cada yacimiento.

Tabla 5. Matriz de interacción (causa – efecto) de los yacimientos "Cañada Honda" y "Amancio Rodríguez"

Factores afectados	Acciones	Impactos ambientales
Paisaje y morfología	Desbroce Destape Creación de escombreras y depósitos de suelos Extracción(perforación y voladura)	1. Alteración de la calidad visual. 2. Destrucción de la armonía paisajística.
Suelo y relieve	Desbroce Destape Construcción de caminos Creación de escombreras y depósitos de suelos Extracción (perforación y voladura) Transporte	3. Alteración de la forma del relieve y composición del suelo. 4. Aumento de los procesos erosivos. 5. Compactación de la capa del suelo.

Atmósfera	<p>Construcción de caminos</p> <p>Desbroce</p> <p>Destape</p> <p>Creación de escombreras y depósitos de suelos</p> <p>Extracción (perforación y voladura)</p> <p>Carga y transporte</p> <p>Planta de Preparación Mecánica</p>	<p>6. Emisión de polvo a la atmósfera.</p> <p>7. Emisión de gases a la atmósfera.</p> <p>8. Emisiones de ruidos de alta intensidad.</p> <p>9. Emisión de vibraciones.</p> <p>10. Emisiones continuas y variables de ruidos.</p>
Aguas superficiales y subterráneas	<p>Creación de escombreras y depósitos de suelos</p> <p>Extracción (voladuras)</p> <p>Transporte del mineral</p> <p>Planta de Preparación Mecánica</p>	<p>11. Contaminación de acuíferos locales por residuos líquidos.</p> <p>12. Disminución de la calidad de agua superficial y subterránea debido a la presencia de sólidos en suspensión.</p>
Flora y fauna	<p>Construcción de caminos</p> <p>Desbroce</p> <p>Destape</p> <p>Creación de escombreras y depósitos de suelos</p> <p>Extracción (perforación y voladura)</p>	<p>13. Destrucción de la vegetación.</p> <p>14. Migración de especies y modificación de las rutas de migración.</p>
Geofísicos	<p>Construcción de caminos</p> <p>Desbroce</p> <p>Destape</p> <p>Extracción (perforación y voladura)</p> <p>Transporte</p>	<p>15. Incremento de la dinámica de erosión, deslizamientos, transporte y sedimentación de material particulado.</p>

Medio socio - económico	Construcción de caminos Desbroce Destape Creación de escombreras y depósitos de suelos Extracción (perforación y voladura) Carga y transporte Planta de Preparación Mecánica	16. Generación de empleo. 17. Aumento de la demanda de servicios sociales. 18. Incomodidad ambiental.
----------------------------	---	---

Tabla 6. Matriz de interacción (causa – efecto) de los yacimientos "El Rincón" y "La Canoa"

Factores afectados	Acciones	Impactos ambientales
Paisaje y morfología	Construcción de caminos Desbroce Destape Creación de escombreras y depósitos de suelos Extracción (medios mecánicos)	1. Modificación del paisaje y la morfología natural.
Suelo y relieve	Construcción de caminos Desbroce Destape Creación de escombreras y depósitos de suelos Extracción (medios mecánicos) Transporte	2. Compactación del suelo. 3. Pérdida del suelo fértil. 4. Modificación del relieve.

Atmósfera	<p>Construcción de caminos</p> <p>Desbroce</p> <p>Destape</p> <p>Creación de escombreras y depósitos de suelos</p> <p>Extracción (medios mecánicos)</p> <p>Carga y transporte</p> <p>Planta de Preparación mecánica</p>	5. Contaminación del aire por polvo, ruido y gases.
Aguas superficiales	<p>Creación de escombreras y depósitos de suelos</p> <p>Extracción (medios mecánicos)</p> <p>Carga y transporte</p>	6. Modificación del drenaje natural superficial del área.
Flora y fauna	<p>Construcción de caminos</p> <p>Desbroce</p> <p>Destape</p> <p>Creación de escombreras y depósitos de suelos</p> <p>Extracción (medios mecánicos)</p>	<p>7. Pérdida de la vegetación.</p> <p>8. Afectación a la fauna.</p>
Geofísicos	<p>Construcción de caminos</p> <p>Desbroce</p> <p>Destape</p> <p>Creación de escombreras y depósitos de suelos</p> <p>Extracción (medios mecánicos)</p> <p>Transporte</p>	9. Incremento de la dinámica de erosión, deslizamientos, transporte y sedimentación de material particulado.
Medio socio - económico	<p>Construcción de caminos</p> <p>Desbroce</p> <p>Destape</p> <p>Creación de escombreras y depósitos de suelos</p> <p>Extracción (medios mecánicos)</p> <p>Carga y transporte</p> <p>Planta de Preparación mecánica</p>	<p>10. Posibilidad de generación de empleo.</p> <p>11. Beneficios a la economía.</p> <p>12. Afectación a las condiciones de vida de los trabajadores que están sometidos a ruidos y polvo con determinada frecuencia.</p>

3.3.2 Caracterización de los impactos ambientales

La caracterización de los impactos ambientales se puso en práctica teniendo en cuenta un criterio basado en el cuidado y protección del medio ambiente, con la búsqueda de soluciones adecuadas y la utilización de diferentes medios para la disminución o eliminación de los efectos negativos, en este sentido, se describieron los peligros que pudieran conllevar y ponderarlos con otras informaciones e intereses de manera flexible con respecto a los fenómenos analizados.

La caracterización de los impactos ambientales se realizó a través del estudio de los trabajos ambientales elaborados por GeoCuba a la empresa y comprobados en las vistas a las canteras. Además, se realizaron entrevistas y consultas a especialistas de la materia. (Tablas 7 y 8).

Tabla 7. Características de los impactos ambientales de los yacimientos (Cañada Honda y Amancio Rodríguez)

Impactos ambientales	Por la variación de la calidad del medio	Características
1. Alteración de la calidad visual.	Negativo	Se observaron superficies desnudas producto de la explotación del yacimiento y la alteración al paisaje es debido por la introducción de nuevos elementos a la situación original. También, se produjo la modificación del hábitat con valores paisajísticos irreversibles, a esto se suma que la acción de la lluvia contribuyó a modificarlo por medio de una erosión mayor en el área de explotación. Generalmente este impacto tiene un carácter irreversible y permanecen aún después de terminadas las actividades.

2. Destrucción de la armonía paisajística y cambios en la morfología natural.	Negativo	Con la explotación de las canteras, en los frentes de extracción se eliminó completamente la vegetación y la cobertura vegetal, lo que provocó que se manifestara un paisaje similar al lunar. Con la creación de escombreras y depósitos de suelos, se produjo modificaciones en la morfología natural. Por su capacidad de recuperación es irreversible, duración permanente, e intensidad alta y aparición a largo plazo.
3. Alteración de las formas del relieve y composición del suelo.	Negativo	Se evidenciaron modificaciones de la pendiente por la construcción de caminos, desbroce, destape, creación de escombreras y depósitos de suelos, así como en la extracción del mineral, donde se modificaron las formas del relieve principalmente por la intensidad erosiva que se produjo a través de los cambios que suceden en la inclinación y largo de la ladera, estos factores intervinieron directamente en la velocidad de los torrentes, que originaron pérdidas del suelo por erosión laminar. Además, se alteró la composición del suelo y transformó el curso de las aguas superficiales. También, se consideró que el suelo se contaminó debido a las operaciones de mantenimiento de la maquinaria y transporte del material, producto al manejo de diferentes derivados del petróleo como diésel, aceites y grasas, que causaron la contaminación del suelo volviéndolo estéril. Este impacto es considerado importante, permanente y de carácter irreversible.

4. Aumento de los procesos erosivos.	Negativo	<p>Las actividades de construcción de los caminos, creación de escombreras y depósitos de suelos, así como la eliminación de la cubierta vegetal y el retiro del material estéril que se realizaron para la extracción del mineral, removieron gran parte de la vegetación y el suelo, donde los factores climáticos: agua, aire, precipitación y temperatura, provocaron el aumento de los procesos erosivos. También en la transportación del material, se produjo erosión eólica.</p> <p>Los procesos de erosión del suelo, en especial en los bordes de la cantera, se han ocasionado por la acción de las aguas pluviales que ejercieron presión sobre las paredes de las grietas, que ocasionó desmoronamiento, como se observa en el Anexo 5. Este impacto es de magnitud fuerte, e irreversible y temporal.</p>
5. Compactación de la capa del suelo.	Negativo	<p>Existe una compactación en los sectores del tránsito, especialmente de equipos y maquinarias, no obstante este impacto presentó poca importancia, estimándose que el valor se derivó del hecho que es un impacto acumulativo y de largo plazo, aunque de naturaleza irreversible.</p>

6. Emisión de polvo a la atmósfera.	Negativo	<p>Producido por las nubes de polvo causadas particularmente por tráficos de caminos no pavimentados, construcción de caminos, desbroce, destape, creación de escombreras y depósitos de suelos, perforaciones, voladuras, carga y transporte del material, además del polvo emitido por la Planta de Preparación Mecánica, existente en la cantera, encargados de colocar las partículas en suspensión en función de la granulometría, humedad y vientos predominantes, que lo transportaron a distancias que excedieron los índices permisibles en lugares donde habitan seres humanos y sitios más alejados sufrieron la influencia del polvo, como se observa en el Anexo 4. Es necesario señalar que en la época de sequía se incrementaron los niveles de polvo en gran medida, lo que disminuyó la calidad del aire. Es un impacto directo, negativo y con posibilidad de introducción de medidas.</p>
7. Emisión de gases a la atmósfera.	Negativo	<p>Otros elementos que incidieron en la contaminación del aire son los nitratos emitidos por la acción de la voladura e igualmente los gases producto de la combustión que provocaron los equipos diésel, por ejemplo, el monóxido de carbono, que al ser absorbido por los pulmones reacciona con la hemoglobina formando carboxihemoglobina, lo que reduce la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre. Es un impacto directo y con posibilidad de introducción de medidas.</p>

8. Emisiones de ruidos de alta intensidad.	Negativo	Se consideró como emisiones de alta intensidad las perforaciones, explosiones o detonaciones que se efectuaron en el proceso diario de laboreo minero y que alteraron significativamente las condiciones de calidad de vida de los pobladores. El ser humano se ve sometido durante la mayor parte del día a la influencia más o menos directa del ruido, originándole molestias que pudieran convertirse a largo plazo en lesiones graves del sistema auditivo y nervioso, influyendo en sus condiciones psíquicas.
9. Emisión de vibraciones.	Negativo	Cuando se produjo la detonación de una carga explosiva en un banco o en el interior del macizo rocoso, se liberó energía potencial muy grande y en un período de tiempo relativamente corto. Esta presión provocó una onda de choque que ocasionó el trabajo 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 causa de un impacto ambiental, la de choque es amortiguada a medida que su frente se aleja del origen.

<p>10. Emisiones continuas y variables de ruidos.</p>	<p>Negativo</p>	<p>Se produjo emisiones continuas de ruido ocasionada por el movimiento de la maquinaria en el sitio de laboreo y emisiones variables que se generaron por el paso de los camiones de volteo, camiones de carga y vehículos de menor tamaño, transportando ya sea combustible, materia prima, personal y artículos de primera necesidad, además del producido por el trabajo de la Planta de Preparación Mecánica. Este impacto es de magnitud media, de carácter reversible, temporal e intensidad alta y con aparición a corto plazo.</p>
---	-----------------	---

<p>11. Contaminación de acuíferos locales por residuos líquidos.</p>	<p>Negativo</p>	<p>La presencia de residuos líquidos en los acuíferos afectó la calidad del agua, generalmente éstos tuvieron como origen las instalaciones sanitarias y comedor, en el caso del área de estudio no existe un alto nivel de contaminación por este concepto, pues 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 causaron los residuales de la cocina – comedor, que son vertidos directamente. Las aguas de escorrentía, los humedales y las aguas subterráneas de la zona se contaminaron con el almacenado y uso de hidrocarburos, baterías, filtros de aceites, chatarra, lámparas, lodo séptico, restos de materiales explosivos, derivadas de las voladuras que en su condición peligrosa pudieran ser goteados y/o derramados sobre el suelo. Estas aguas aceitosas se ponen disponibles a la flora, la fauna y hasta la salud de las personas. Este impacto es de magnitud media, reversible y temporal.</p>
--	-----------------	---

12. Disminución de la calidad del agua superficial y subterránea debido a la presencia de sólidos en suspensión.	Negativo	La construcción de caminos, desbroce, destape, la creación de escombreras y depósitos de suelos, la extracción, la carga y transporte del material, además del polvo emitido por la Planta de Preparación Mecánica, produjeron un incremento del nivel de sólidos en suspensión que provocaron la turbidez de las aguas y problemas en los peces debido a que las partículas de polvo se depositan en las branquias. También, al remover los materiales del fondo se alteró la calidad de las aguas subterráneas por variación de la infiltración. Este impacto por su capacidad de recuperación es irreversible, permanente y de aparición a largo plazo.
13. Destrucción de la vegetación.	Negativo	La construcción de caminos, desbroce, destape, creación de escombreras y depósitos de suelos, así como la extracción del material provocaron la destrucción de la vegetación y la cobertura vegetal, induciendo a que el suelo pierda sus propiedades agroquímicas. Este impacto es de magnitud fuerte, irreversible, permanente, de intensidad alta y de aparición a largo plazo.

<p>14. Migración de especies y modificación de las rutas de migración.</p>	<p>Negativo</p>	<p>En el proceso de construcción de caminos, desbroce, destape, creación de escombreras y depósitos de suelos, así como la extracción del material y el incremento de la presencia humana en estas labores, han producido afectaciones por el ruido, polvo, vibraciones, etc. Donde provocó que muchas especies vean afectado su substrato de vida y su respuesta en muchos casos sea la migración. Las especies emigraron hacia otros lugares producto de la explotación del yacimiento, donde se modificaron las rutas de migración y queda el área de estudio con un número de especies casi insignificantes. Este impacto es reversible, temporal y se manifiesta a mediano plazo.</p>
--	-----------------	--

15. Incremento de la dinámica de erosión, deslizamientos, transporte y sedimentación de material particulado.	Negativo	La activación de los procesos erosivos y sedimentación presentaron una probabilidad de ocurrencia puntual e intensidad alta, esto se debe a que en las vías de acceso y circulación se produjeron cortes de tierra con taludes inclinados, manifestando sedimentación y activación de procesos erosivos en los períodos lluviosos, estos taludes no son protegidos correctamente para tales fines. Por efecto de las detonaciones, la superficie de la tierra en las vecindades de la voladura sufrió un desplazamiento y la amplitud de ésta dependió de la energía liberada por los explosivos y de las condiciones geológicas locales, en consecuencia, se presentaron los procesos de erosión y deslizamientos, así mismo el material fracturado puede desprenderse en cualquier momento.
16. Generación de empleo.	Positivo	La extracción del yacimiento fue visto como uno de los impactos positivos más importantes de la explotación minera por ofrecer un número considerable de empleos.

17. Aumento de la demanda de servicios sociales.	Positivo	La explotación del yacimiento originó un aumento de la demanda de servicios sociales como: transporte, educación, saneamiento básico, servicios de salud, ya sea por el aumento de la población o las alteraciones inducidas por la operación del yacimiento. Este material tan preciado, posibilitó que una gran cantidad de habitantes de esta provincia pudieran tener una vivienda confortable, además que favoreció y amplió edificaciones del Estado y del gobierno.
18. Incomodidad ambiental.	Negativo	El polvo y ruido producido por la Planta de Preparación Mecánica, las vibraciones producto de las voladuras en los frentes de la cantera y el polvo en suspensión emitido por el movimiento de los vehículos, afectaron y produjeron molestias a los trabajadores de la cantera y a los pobladores cercanos al yacimiento.

Tabla 8. Características de los impactos ambientales de los yacimientos (La Canoa y El Rincón)

Impactos	Por la variación de la calidad del medio	Características
1. Modificación del paisaje y la morfología natural.	Negativo	La conformación del vial de acceso y la eliminación de la superficie vegetal y maleza que cubren la capa estéril, así como la extracción del material provocaron alteraciones a la calidad visual y la fragilidad paisajística. Las escombreras y depósitos de suelos introdujeron un fuerte contraste discordantes en formas y líneas (son elementos geométricos artificiales, de gran volumen en lo que dominan las líneas horizontales y los ángulos rectos) y color (contraste cromático entre el escombros y la vegetación del entorno), que hizo que resalte desfavorablemente en la armonía del paisaje, su formación permitió la eliminación de la morfología natural, que es el elemento soporte sobre el que descansa el resto de los elementos del paisaje. Este impacto es permanente, tiene un carácter irreversible e intensidad alta.
2. Compactación del suelo.	Negativo	Se produjo por la circulación del transporte y de la maquinaria pesada durante la construcción de los viales de acceso y en el movimiento de transportación de la arena. Es un impacto acumulativo de largo plazo y de naturaleza irreversible, como se muestra en el Anexo 10.

3. Pérdida del suelo fértil.	Negativo	<p>La eliminación directa del suelo se produce en toda la etapa de construcción de caminos, desbroce, destape y en la extracción del material ocasionando deforestación, disminución de la superficie terrestre, cambios en la topografía de la zona y la pérdida o alteración del suelo fértil. Por otro lado, con la creación de escombreras y depósitos de suelos, se reflejó el aumento de los procesos erosivos, sedimentación y disminución de la calidad de los suelos.</p> <p>La pérdida del suelo condicionó seriamente en el establecimiento de la vegetación e influyó indirectamente y de forma negativa en la fauna, así como en los procesos ecológicos. Es un impacto acumulativo, a largo plazo y de naturaleza irreversible.</p>
4. Modificación del relieve.	Negativo	<p>Ocurrió en el proceso de construcción de caminos, destape, creación de escombreras y depósitos de suelos, así como en la extracción de arenas y el material de cubierta del yacimiento, que produjo cambios radicales en la superficie del terreno y creó al mismo tiempo cavidades de hasta 3 m de profundidad. Este impacto tiene carácter irreversible y con duración permanente.</p>

<p>5. Contaminación del aire por polvo, ruido y gases.</p>	<p>Negativo</p>	<p>Ocurrió durante las actividades constructivas del vial de acceso, el desbroce, destape, creación de escombreras y depósitos de suelos, así como la extracción, carga y traslado del material, produciendo un incremento en el nivel de ruidos, emisiones de polvo y gases por el empleo de equipos de construcción y automotores. En el lavado de la arena se produjo disminución de la calidad del aire por los efectos del ruido, aunque en menor intensidad. Los impactos mencionados anteriormente perturbaron solamente a los trabajadores de la cantera, porque no existe población cercana que pueda afectarse. En todos los casos enunciados, estos efectos son temporales, reversibles y de menor intensidad, asociados con el período funcional de las operaciones.</p>
--	-----------------	--

6. Modificación del drenaje natural superficial del área.	Negativo	Este impacto sucedió en mayor magnitud durante toda la fase de creación de escombreras y depósitos de suelos, así como en la extracción del material, como consecuencia de la modificación de la topografía del terreno al producirse oquedades y por tal razón, las variaciones de las líneas del drenaje natural superficial estarán modificadas por el almacenamiento de material de excavado y de construcción. En la formación de escombreras se presentó un incremento del nivel de sólidos en suspensión por remoción de los materiales del fondo, al realizar la extracción, por el tráfico de camiones y la contaminación por combustibles y lubricantes. En la carga y transporte se produjo alteración permanente de los drenajes superficiales, a través de la contaminación de las aguas por residuos sólidos y líquidos. Las aguas superficiales de la zona están todas contaminadas fundamentalmente por materia orgánica y manifestaron diferentes grados de eutrofia. Este impacto es de magnitud moderada, carácter reversible con duración temporal y frecuencia de ocurrencia periódicas.
7. Pérdida de la vegetación.	Negativo	Las actividades de construcción de caminos, desbroce, destape, creación de escombreras y depósitos de suelos, así como la extracción del material, afectaron el estrato herbáceo existente en el sitio de emplazamiento, aunque esta vegetación que es afectada es del tipo de crecimiento rápido y de un alto poder generativo (generalita). Este impacto es reversible, con duración temporal e intensidad media y aparición a corto plazo.

8. Afectación a la fauna.	Negativo	La fauna edáfica y aquella de lentos movimientos que vive entre el suelo, los tallos y ramas de la vegetación herbácea (principalmente insectos), es afectada por las labores de construcción de caminos, desbroce, destape, creación de escombreras y depósitos de suelos, así como la extracción del material, ocasionando alteraciones en el hábitat natural, desplazamiento de la fauna, pérdida de la biodiversidad, remoción de la vegetación y deforestación, que contribuyó al desplazamiento de los animales hacia otros medios similares, esta fauna en específica está bastante generalizada en el área de estudio y es de rápida reproducción. Este impacto es reversible, con duración temporal e intensidad media y aparición a corto plazo.
9. Incremento de la dinámica de erosión, deslizamiento, transporte y sedimentación de material particulado.	Negativo	La activación de los procesos erosivos y sedimentación presenta una probabilidad de ocurrencia puntual e intensidad alta, esto se debe a que en las vías de acceso y circulación se produjeron cortes de tierra con taludes inclinados, lo que causó sedimentación y activación de procesos erosivos en los períodos lluviosos, estos taludes no son protegidos correctamente para tales fines. Los procesos de erosión del suelo, en especial en los bordes de la cantera, se originaron por la acción de las aguas pluviales que ejercieron presión sobre las paredes de las grietas, ocasionando desmoronamiento, como se observa en el Anexo 9.
10. Posibilidad de generación de empleo.	Positivo	Ocurrió en la fase de explotación del depósito y en el lavado de la arena.

11. Beneficios a la economía.	Positivo	La explotación de los depósitos en la provincia, minimizó el gasto de combustible y de piezas de repuesto, al no tener que trasladar arenas de sitios distantes de la ciudad.
12. Afectaciones a las condiciones de vida de los trabajadores que están sometidos a ruido y polvo con determinada frecuencia.	Negativo	En las operaciones de extracción, carga y transporte de la arena se encontraron las mayores emisiones de polvo y ruido, que afectaron principalmente a los trabajadores, produciendo molestias y enfermedades en el sistema respiratorio y auditivo humano.

En síntesis, los impactos sobre los componentes ambientales se manifestaron de forma intensa y abarcó todo el medio natural y social. Sus efectos, aunque se enmarcaron en el ámbito estudiado, tuvieron una influencia directa en áreas vecinas. Los cambios se mostrarán inmediatamente desde la primera etapa de la explotación.

Las acciones que generaron más impactos negativos y mayores afectaciones a los componentes ambientales fueron:

- Desbroce
- Destape
- Creación de escombreras y depósitos de suelos
- Extracción del mineral

Los factores más afectados por impactos negativos generados por las acciones fueron:

- Suelo y relieve
- Atmósfera
- Geofísicos

Los impactos positivos sólo están presentes en el factor:

- Medio socio - económico

3.4 Sistema de medidas preventivas, correctoras y de mitigación

Las medidas preventivas, también denominadas protectoras, estuvieron condicionadas para que evitaran, en la medida de lo posible o minimizaran los daños ocasionados por las acciones mineras, antes de que se llegaran a producir tales deterioros sobre el medio circundante. Una vez identificados y caracterizados los impactos, se correspondió a considerar que las medidas mitigadoras o correctoras, fueran aquellas que se definieran para que reparara o redujera los daños que fueron inevitables, generados por las acciones del proyecto, de manera que fuera posible concretar las actuaciones necesarias llevadas a cabo sobre las causas que las originaron.

Se tuvo en cuenta, que gran parte de la eficacia de estas medidas dependió de su aplicación simultánea con la ejecución de la obra o inmediatamente cuando finalizó. A continuación, se reflejarán las diferentes medidas aplicables para la reducción o eliminación de los efectos causados por los impactos negativos sobre cada componente ambiental.

Medidas para la eliminación o mitigación de los efectos negativos producidos sobre los componentes ambientales

Protección del paisaje y la morfología:

- Implementar medidas con el objetivo de reducir la visibilidad de las instalaciones, ya sea localizándola de modo que se evite la percepción visual de observadores externos.
- Utilizar cortinas vegetales o pilas de estéril con cobertura herbácea para evitar al máximo algunos visuales desagradables.
- Circunscribir al mínimo la zona de emplazamiento.
- Remodelar la topografía alterada para que se ajuste lo más posible a la natural, utilizando los estériles como relleno y mejoramiento de los caminos.
- Diseñar adecuadamente los viales de acceso a la zona de explotación, de manera que no interfiera la visualidad del paisaje.
- Proteger la vegetación existente de impactos innecesarios.
- Adaptar las instalaciones e infraestructura a la topografía local.

- Reforestar con especies autóctonas de la zona y con el esquema de plantación adecuado para la adaptación de la zona afectada por la explotación al paisaje circundante.

Protección del suelo y relieve:

- El suelo como sostén fundamental de la vida vegetal animal se debe separar durante el período de operación de un yacimiento y luego ser reinstalado en un espacio de tiempo corto, mientras tanto, éste debe permanecer acumulado en montículos o escombreras de poca elevación, con el fin de evitar su compactación, igualmente se debe revegetar para que no pierda sus propiedades químicas, siendo las leguminosas unas de las principales vías para fijar el nitrógeno del aire en el suelo enriqueciéndolo de esta forma.
- Para minimizar la erosión del suelo se debe realizar una siembra con herbáceas de tal forma que se cree una alfombra protectora.
- Se debe proceder a la revegetación de la zona con arbustos y árboles propios de la zona de estudio.
- Realizar un tratamiento in situ del suelo, para conocer el grado de contaminación del mismo.
- Descontaminación o recuperación del suelo.
- Al realizar la remoción parcial o total de los suelos, debe realizarse con transporte y disposición la planificación de los residuos.
- Realizar con anticipación los proyectos de rehabilitación de las áreas en explotación.
- Velar el cumplimiento del parámetro de diseño para todas las formas de relieve que se formen durante la explotación.
- Extraer la capa del suelo antes de realizar el destape en las zonas con una capa superficial de escombros y darle un uso apropiado.
- Utilizar los escombros en la lucha contra la erosión.
- Emplear gaviones en los lugares más críticos, para evitar la erosión y el derrumbe de las riberas.

- Adopción de medidas que eviten la generación de polvo, desprendimientos y deslizamientos del terreno.
- Construcción de un solo tráfico desde la planta de procesamiento hasta las orillas de la cantera para minimizar la compactación del suelo fértil.
- Realizar la conformación de los suelos afectados por la minería al concluir la explotación en cada uno de los sectores.
- Sembrar cobertura herbácea en los taludes, con la ayuda de mallas, para disminuir la erosión hidráulica y eólica.
- Conformación topográfica del relieve, escombreras y frentes de explotación.
- Delimitar las áreas que deben ocupar durante la explotación minera mediante cintas, para no exceder su superficie.

Protección de las aguas superficiales y subterráneas:

- Incluir acciones regulativas respecto a la contaminación del agua por deposición de sólidos.
- Saneamiento de aguas residuales o aguas servidas domésticas de los acuíferos locales.
- Implementar puntos de captación, sumideros, lagunas o tanques sépticos en el sitio de estudio.
- Realizar un tratamiento especial a los efluentes líquidos.
- Realizar obras de drenajes en el área con el objetivo de desviar las aguas superficiales (pluviométricas), así como en los lugares donde se ubica el estéril y la deposición de desechos.
- Confección de piscinas de sedimentación o sedimentadores, con el objetivo de regular el escurrimiento superficial de las áreas afectadas por las labores mineras, para almacenar los sedimentos y garantizar el vertimiento de las aguas al medio con el mínimo de sólidos en suspensión.
- No permitir el lavado de equipos de transporte y maquinarias en el río, así como luchar contra el derrame de sustancias combustibles y lubricantes.
- Cumplir con los niveles permitidos de descarga de sólidos en las aguas.
- Construcción de obras auxiliares de canalización para la protección de canales, escombreras, caminos, taludes de explotación y otros.

- Debido a que los aceites son contaminantes difíciles de tratar, se deben establecer trampas de aceites para recoger los aceites usados en el mantenimiento de equipos y la maquinaria.

Protección de la flora y la fauna:

- Reforestar la zona con árboles y arbustos propios del lugar favoreciendo el desarrollo natural de las especies. Estas plantaciones deben realizarse en fajas horizontales, siguiendo la plataforma de los bancos que queden después de la explotación y se conformará una serie de terrazas que debe ayudar a conservar el terreno, evitando y deteniendo la erosión.
- Conservar ejemplares de la capa vegetal para su posterior reubicación.
- Mantener vedadas aquellas especies sobre las que existen evidencias de peligro de extinción.
- Reforzar e implementar un plan de vigilancia en el área, bajo un régimen especial definiendo sus límites y normas de uso.
- Dar prioridad a una investigación posterior, dirigida a evaluar el estado y la tendencia de la población de los animales.
- Aplicar los métodos de cuidado y vigilancia con el fin de minimizar las alteraciones sobre la vida salvaje en las distintas fases del sistema de explotación.
- Tratar de disminuir en lo posible el ruido en altos decibeles en los frentes de explotación utilizando equipamiento moderno, para facilitar poco a poco el incremento de la fauna en el área del yacimiento.
- Reducir al mínimo las áreas a desbrozar.
- Proteger la vegetación existente de impactos innecesarios.
- Promover la revegetación entre las organizaciones sociales y de masas de los pobladores de la zona, con ayuda de la empresa minera y de sus trabajadores e impulsar un movimiento de recuperación de plantas endémicas.
- Establecer medidas para la optimización del tráfico y la disminución de ruidos.

- Conservar el suelo de la zona que se explota, para que su uso posterior garantice una adecuada rehabilitación de la vegetación y recuperación de hábitats.
- Propiciar con medidas complementarias el retorno de los representantes de la fauna del territorio.

Protección de riesgos geofísicos:

- Recubrir con una capa de concreto o con revestimiento de piedra los cortes de tierra con taludes inclinados existentes en las vías de acceso.
- Disminuir las pendientes y longitudes de declives en taludes de caminos y escombreras.
- Revegetación inmediata tras los movimientos finales de tierra.
- Diseñar las escombreras con las medidas de seguridad necesarias para garantizar el drenaje y su estabilidad (factor de seguridad superior a 1,2).
- No ubicar las escombreras en terrenos con pendientes.
- Revegetación inmediata tras los movimientos finales de tierra.
- Colocar sobre el terreno natural, antes del comienzo del vertido de la escombrera una capa de espesor suficiente de material grueso drenante seleccionado.

Factor económico:

- Mejorar el nivel adquisitivo de los trabajadores por concepto de salarios y otras variantes de remuneración.
- Adecuación de la zona afectada y sus usos.
- Determinar alternativas al uso perdido de material.
- 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:

- El problema de la incomodidad ambiental requiere de la implementación de medidas que reduzcan las emisiones contaminantes, que son la causa de la percepción negativa de la calidad ambiental en la salud. Estas medidas

deben ir unidas a los medios de comunicación y al establecimiento de un canal de negociación y diálogo con la comunidad afectada.

- Elaboración de un plan cultural de las fuentes de contaminación que pueden ser el origen de eventuales problemas de salud como, por ejemplo, enfermedades respiratorias, auditivas y estrés. Por otro lado, estos impactos no siempre son directos y pueden suceder indirectamente en virtud de los flujos migratorios.
- Establecimiento de un canal de negociación y diálogo 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.
- Aumentar el número de empleos en todas las acciones mineras, para que disminuya la cifra de desempleados en la provincia.

Factor cultural:

- Instruir a los trabajadores mineros sobre la importancia del respeto y valores culturales, sensibilizarlos en sus tradiciones y estilo de vida del asentamiento local.
- Motivar a los trabajadores sobre las bondades de la naturaleza e instruirlo sobre el conocimiento de la incidencia que producen los impactos en el medio ambiente y la manera más adecuada de atenuarlo.
- Introducir la dimensión ambiental como parte de la educación formal e informal, especialmente en lo relacionado a la minería con el cuidado del medio ambiente.
- Incremento del Patrimonio Industrial Minero.

Protección a los trabajadores:

- Disponer de carteles de advertencias de peligro.
- Reparación, mejoramiento y mantenimiento de las vías de acceso al yacimiento con el fin de evitar accidentes.
- Los trabajadores deben usar la ropa de trabajo y accesorios de protección suministrados por la empresa para el desarrollo de su trabajo.

- Ubicar la toma de agua para uso y consumo de los trabajadores, fuera de la zona de influencia de la extracción y facilitar los medios para la instalación, así como acopio de agua potable.
- Apoyar la implementación de un programa de educación para la salud respecto al agua de consumo.
- Realizar chequeos médicos con rigor y frecuencia al personal que labora directamente en la cantera.
- Señalización adecuada de los frentes de trabajo, para evitar el ingreso de personas ajenas a la explotación.
- Incremento del conocimiento de nuevas tecnologías por parte de los trabajadores.

Medidas para la eliminación o mitigación de los efectos negativos producidos sobre la atmósfera

Para los yacimientos “Cañada Honda y “Amancio Rodríguez”:

- La instalación de dispositivos adecuados para el control de la contaminación en todo el equipamiento minero que funciona con diésel y gasolina, y cerciorarse que éstos funcionen adecuadamente.
- Durante las perforaciones se colocará filtros de mangas, que pueda permitir la captación directa del polvo.
- La aspersión de agua, tanto para humedecer pistas de rodamientos como para las operaciones de fracturación.
- Exigir que se utilice la tecnología adecuada para asegurar que la emisión de polvo y gases se mantengan en niveles aceptables para el trabajo de los obreros.
- Se señala la existencia de viviendas e instalaciones, donde se desenvuelven seres humanos a una distancia menor de la permitida (menos de 150 m y la que está permitida establece un radio mínimo de 500 m); como en esta situación es imposible mover la cantera, es necesario retirar a estos elementos fuera del radio mínimo de protección o desarrollar cortinas arbóreas entre las áreas generadoras de polvo y los puntos sensibles a este efecto.

- Exigir el control de la calidad del aire como instrumentación de la Gestión Ambiental.
- Implementar mecanismos de control de las emisiones atmosféricas.
- Llevar a cabo monitoreos atmosféricos ambientales en las zonas del yacimiento.
- Realizar una descripción de la naturaleza físico - química de las emisiones producidas en el sitio de estudio y los pasos para su control.
- Observar los procedimientos correctos en el proceso de voladura, empleando las cargas explosivas mínimas.
- Utilizar explosivos de baja intensidad y preparación de espaciamiento de la carga.
- Realizar un control y una evaluación periódica de los silenciadores de los motores.
- Utilizar tecnologías de arranque modernas.
- Implementar un retacado cuidadoso en el proceso de carga de los barrenos.
- El control de las detonaciones se debe realizar de acuerdo a las normas de las vibraciones establecidas en la industria minera.
- Detonar las cargas explosivas de cada barreno en diferentes momentos.
- Disminuir la altura del frente de exposición.
- Utilizar los estériles del yacimiento para construir barreras contra el ruido.
- Presentar un calendario de mantenimiento anual, con la obligación de realizar mantenimiento semanal de las maquinarias y herramientas mineras.
- Exigir el uso de protectores auditivos, mientras los mineros permanecen en las labores mineras.
- Realizar trabajos de laboreos mineros en horarios que no alteren las actividades de la población.

Para los yacimientos “El Rincón” y “La Canoa”:

- Riego periódico de los caminos y accesos de las minas.
- Con la finalidad de evitar el ruido, se debe hacer un mantenimiento regular de la maquinaria evitando el uso de elementos desgastados.

- Pavimentación de los accesos permanentes a la mina.
- Retirada de los caminos el material formado por acumulación del polvo.
- Reducción de la velocidad de circulación de los vehículos.
- Revegetación de áreas adyacentes a las vías de transporte.
- Cubrir la carga a transportar para evitar el levantamiento de polvo.
- Humedecimiento del sitio donde se encuentran los escombros.
- Reducción de las áreas de excavación expuestas a la acción del viento.
- Empleo de pantallas vegetales o de otro tipo, frente al viento.
- La prevención para la atenuación de la emisión de los motores diésel es fundamentalmente de dos tipos: control en la fuente mediante la modificación del sistema del motor y por medio de la instalación de sistemas de atenuación de la emisión de gases.
- Aislamiento de la Planta de Preparación Mecánica mediante pantallas sónicas, utilizando el material de rechazo hasta una altura tal que amortigüe el ruido.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria para lograr el uso efectivo del combustible.

CONCLUSIONES

1. El estudio de las características geológicas y ambientales de los yacimientos permitió determinar los factores ambientales susceptibles de recibir impactos.
2. El estudio de las características minero – técnicas de las canteras, permitió demostrar que todas las acciones mineras producen impactos negativos significativos.
3. Mediante la matriz de interacción (causa – efecto), se identificaron y caracterizaron los impactos ambientales, tanto positivos como negativos y se demostró que las acciones que generaron más efectos negativos y mayores afectaciones a los componentes ambientales son: desbroce, destape, construcción de escombreras y depósitos de suelos, así como la extracción del material; los factores que más se afectaron por impactos negativos generados por las acciones fueron: atmósfera, suelo, relieve y geofísicos; por último, el factor más influido por impactos positivos es el medio socio - económico.
4. La caracterización minero – ambiental de las canteras pertenecientes a la Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia Las Tunas demostró la ocurrencia de impactos negativos y positivos en todos los yacimientos en explotación.
 - En los yacimientos (Cañada Honda y Amancio Rodríguez), de los 18 impactos identificados, 16 de ellos son negativos (88,88 %) y dos positivos (11,11 %).
 - En los yacimientos (La Canoa y El Rincón), de los 12 impactos identificados, diez de ellos son negativos (83,33 %) y dos positivos (16,6 %).
5. El sistema de medidas propuesta, satisface las necesidades que la problemática ambiental demanda en las zonas de estudio y la eficiencia de su aplicación permite la eliminación o minimización de los impactos negativos y la potenciación de los positivos.

RECOMENDACIONES

1. Realizar planes de rehabilitación minera acorde a las condiciones de explotación y el nivel de las actividades mineras.
2. Realizar una investigación más profunda de las canteras de la Empresa de Materiales para la Construcción de la provincia Las Tunas, teniendo como referencia este trabajo.
3. Actualizar los proyectos de explotación y los estudios realizados en lo relacionado con la situación ambiental de cada cantera, para de esta forma tener una mejor apreciación de la situación real de cada concesión minera a la hora de realizar cualquier trabajo investigativo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, A. A. (2014). Caracterización minero – ambiental de las canteras de Materiales de Construcción de la provincia Granma. Trabajo de Diploma, ISMMM, Minería, Moa.
2. Alcaide. (2010). Caracterización de la Industria Extractiva de Materiales de la Construcción en la provincia Santiago de Cuba. Trabajo de Diploma, ISMMM, Moa.
3. Arroyo, S. L.P. (2007). Los Estudios de Impacto Ambiental: Tipos, métodos y tendencias. Tomado de: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/19904/los-estudios-de-impacto-ambiental-tipos-metodos-y-tendencias>
4. Arboleada, J. (2008). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, obras y actividades. Medellín, Colombia. Tomado de: https://www.academia.edu/14204956/Manual_de_evaluaci%C3%B3n_de_impacto_ambiental_EIA_de_proyectos_obras_o_actividades
5. Ayala Carcedo, F. J., Vadillo Fernandez, L., Lopez Jimeno, C., & Mataix González, C. (2004). Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería (Vol. 2). Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España. Obtenido de: <https://books.google.com.cu/books/2019/01>
6. Bambi, A. A. (2002). Perfeccionamiento del Proyecto de Explotación de la cantera de Amancio Rodríguez. Trabajo de Diploma, ISMMM.
7. Carcassés, M. U. (2017). Protección del medio ambiente en Minería. Vedado, La Habana, Cuba: Editorial Universitaria Félix Varela.
8. CICA. 2001. Guías para la realización de las solicitudes de Licencia Ambiental y los Estudios de Impacto Ambiental. abril de 2001.
9. Constitución Política de la Republica Federativa del Brasil. (1988). 122. Obtenido de: <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2001/0507>
10. Cuba. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Constitución de la República de Cuba. La Habana. 2019.

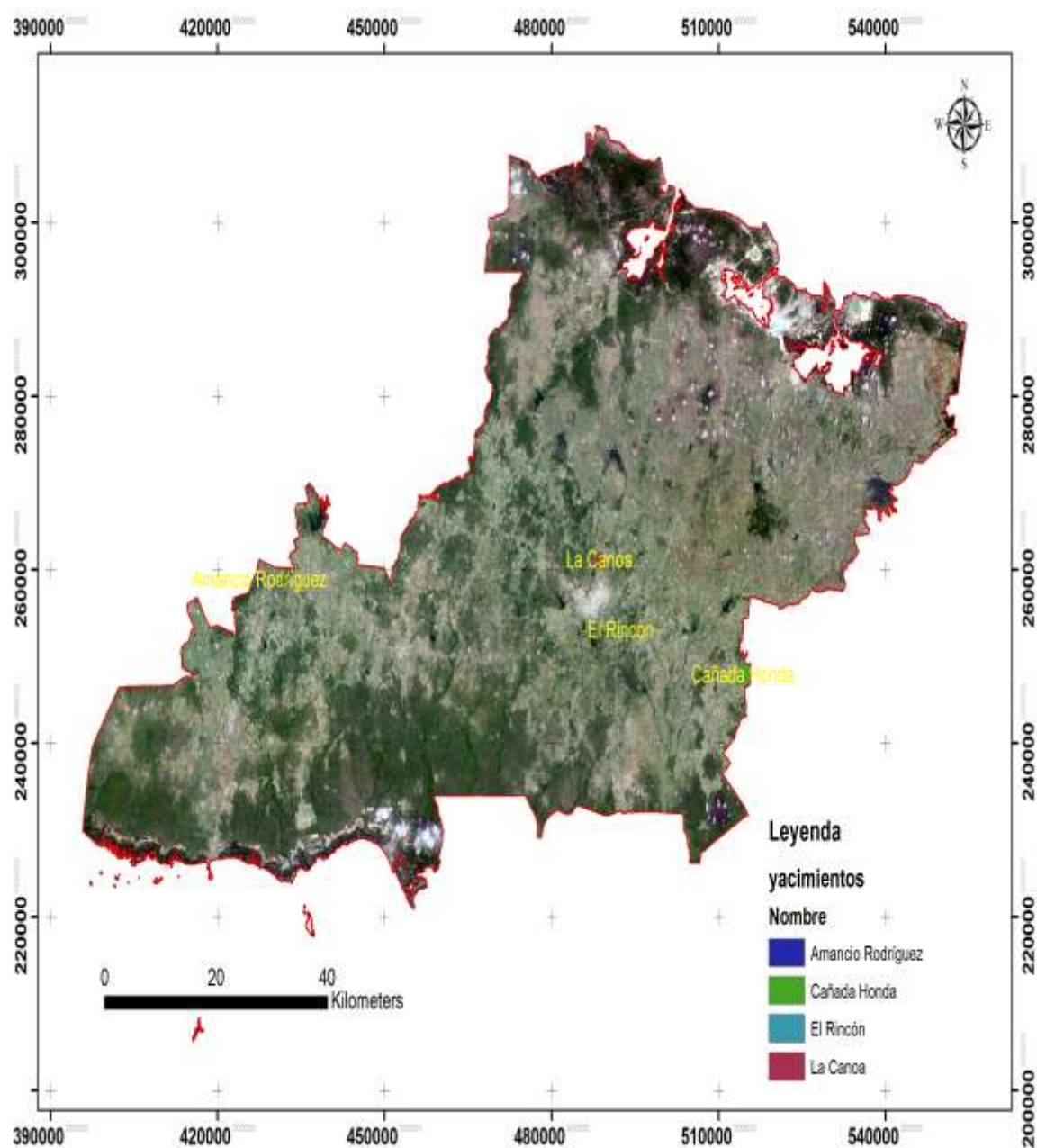
11. Cuba. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Decreto - Ley 222 "Reglamento de la Ley de Minas". La Habana. 2/10/1997.
12. Cuba. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Ley 81 "Ley del Medio Ambiente". La Habana. 11 de julio de 1997.
13. Cuba. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Ley 76 "Ley de Minas". La Habana. 23/01/1995.
14. Cuba. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Resolución 77/99 del CITMA "Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental". La Habana. 6/08/1999.
15. Fernández, L. V. (2008). Restauración de canteras de piedra natural. Instituto Geológico y Minero de España (IGME). *Obtenido de* <https://educamevial.files.wordpress.com/2019/02/r104-70.pdf>
16. Gámez, A. L. (2013). Caracterización minero - ambiental de la Industria de Materiales de la Construcción en la provincia Guantánamo. Trabajo de Diploma, ISMMM, Moa.
17. García, M. E. (2000). Solicitud de Licencia Ambiental de la cantera "La Canoa". Empresa de materiales para la construcción de Las Tunas.
18. García, M. E. (2016). Actualización del Proyecto de Procesamiento "La Canoa" Cernidora. Empresa de Materiales para la Construcción de Las Tunas.
19. García, M. E. (2016). Diagnóstico Ambiental de la cantera "Amancio Rodriguez". Empresa de Materiales para la Construcción de Las Tunas.
20. García, M. E. (2016). Diagnóstico Ambiental de la cantera "Cañada Honda". Empresa de Materiales para la Construcción de Las Tunas.
21. García, M. E. (2016). Solicitud de Licencia Ambiental de la cantera "El Rincón". Empresa de Materiales para la Construcción de Las Tunas.
22. Gómez. (2005). Caracterización de la industria extractiva de Materiales para la Construcción de la provincia de Santiago de Cuba. ISMMM, Moa.
23. Gonzáles. (1999). Etapa de rehabilitación en la regulación de los Sistemas de Evaluación de Impacto Ambiental.
24. Guerrero. (2002). Objetivos del programa de rehabilitación de minas de Colorado.

25. Guía para la rehabilitación de sitios mineros. (1989). Ontario, Canadá.
26. Legrá, A. A. (2018). Elementos teóricos y prácticos de la investigación científico - tecnológica. Primera. 2018. pág. 271.
27. Ley de Inversiones Mineras. (1993). *Tomado de:*
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/>
28. Encinas, M. D. (2011). Evaluación de Impacto Ambiental: Aspectos Teóricos (Primera ed.), p.17.
29. Martínez. (2009). Diagnóstico tecnológico del sector de los áridos y su aplicación a la región de Murcia. Tesis doctoral.
30. Milanés, I. B. (1996). Caracterización detallada de todos los yacimientos de materiales para la construcción de la provincia Santiago de Cuba.
31. Noris, O. G. (2013). Caracterización minero - ambiental del Grupo Empresarial de la Construcción del MICONS de Holguín. Trabajo de Diploma, ISMMM, Moa.
32. Núñez, R. M. (2018). Diagnóstico Integral de la cantera Cañada Honda, provincia Las Tunas. Trabajo de Diploma, ISMMM, Minería, Moa.
33. Ocampo. (2011). Relevantamiento preliminar del estado ambiental actual de las canteras de áridos en Comodoro Rivadavia. Chubut, Argentina.
34. Perotti, A. R. (1997). Influencia en el medio ambiente de la explotación a cielo abierto de yacimientos de materiales para la construcción de la provincia Las Tunas. Trabajo de Diploma, ISMMM, Minería, Moa.
35. Perotti, A. R. (2002). Estudio de impacto ambiental del yacimiento "Cañada Honda", municipio Majibacoa, provincia Las Tunas. Tesis de Maestría .
36. Pérez, José Antonio Milán. marzo, 2004. Manual de Estudios Ambientales para la Planificación y los Proyectos de Desarrollo. Primera . marzo, 2004.
37. Reglamento Ambiental para Actividades Mineras. (1997). Bolivia. *Tomado de:*
<https://bolivia.infoleyes.com/norma/2323/reglamento-ambiental-para-actividades-mineras-raam>
38. Risco, A. M. (2012). Recuperación de áreas minadas de canteras de materiales de la construcción de Santiago de Cuba. Tesis de Maestría, ISMMM, Minería, Moa.

39. Rodriguez, E. M. (2007). Actualización del proyecto de explotación del yacimiento La Canoa. Trabajo de Diploma, ISMMM.
40. Rojas, M. I. (2008). Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el Valle de Aburrá. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
41. 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, ISMMM, Minería, Moa.
42. Salazar, A. P. (2015). Caracterización minero – ambiental de las canteras en la Industria de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba. Trabajo de Diploma, ISMMM, Minería, Moa.
43. Tchivikwa, C. J. (2014). Caracterización minero ambiental de la Sociedad Minera de Catoca de la República de Angola. Trabajo de Diploma, ISMMM, Minería, Moa.
44. Vargas, C. P. (2010). Guía Minero - Ambiental (Vol.2 Explotación). Colombia. Tomado de: <https://www.google.com/search?q=Gu%C3%ADa+Minero+-+Ambiental+%28Vol.2++Explotaci%C3%B3n%29.+Colombia.&ie=utf8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:es-ES:official&client=firefox-a&channel=nts>
45. Viage. (2000). Análisis del funcionamiento de los diferentes sectores técnicos administrativos y de control de la Empresa de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba. ISMMM, Moa.
46. Villa. (2012). Extracción de recursos minerales en el oriente Antioqueño: Sostenibilidad y repercusión en el Medio ambiente.
47. Watson, R. (2008). Situación actual y perspectiva de la explotación de yacimientos de materiales de construcción. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Minería, Moa.
48. Yibre, T. L. (2015). Caracterización minero - ambiental del yacimiento de arena natural "Tibaracón del Toa". Trabajo de Diploma, ISMMM, Minería, Moa.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica de los yacimientos que se encuentran en explotación



Anexo 2. Vista del frente de trabajo del yacimiento "Cañada Honda"



Anexo 3. Polvo producido por la Planta de Preparación Mecánica en la cantera "Cañada Honda"



Anexo 4. Vista del polvo generado por la cantera “Cañada Honda” al pasar por la Carretera Central (Holguín – Las Tunas)



Anexo 5. Acumulación de aguas pluviales en la cantera “Cañada Honda”



Anexo 6. Frente de trabajo del yacimiento “Amancio Rodríguez”



Anexo 7. Canal de agua residual proveniente del lavado de la arena en el yacimiento “La Canoa”



Anexo 8. Acumulación de aguas pluviales en el yacimiento “La Canoa”



Anexo 9. Acumulación de aguas pluviales en el yacimiento “El Rincón”



Anexo 10. Vista del equipamiento minero produciendo compactación del suelo en el yacimiento “El Rincón”

