



**INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO**  
**“Dr. ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ”**  
**FACULTAD DE GEOLOGIA Y MINAS**  
**DEPARTAMENTO DE MINAS**

# **TRABAJO DE DIPLOMA**

**Tesis Presentada en Opción al Título de Ingeniero de Minas**

**Plan de manejo ambiental para las canteras de materiales de  
construcción de la provincia de Holguín**

**Autor: Abdallah Ahmed Hassan**

**Tutor: M.Sc Alexis Montes de Oca Risco**

**ISMM 2014**

**Declaración de Autoridad:**

Yo: Abdallah Ahmed Hassan

Autor de este trabajo de diploma, certifico su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Nuñez Jiménez”, el cual podrá hacer uso del mismo con la finalidad que estime conveniente.

---

Abdallah Ahmed Hassan

---

M.Sc Alexis Montes de Oca Risco

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de diploma especialmente a mis padres Ahmed Hassan Abdillahi, Ibada Waberi Sultán y Ubah Ahmed

A mis hermanos,

A mis tíos y tías,

A todos mis primos sin excepción.

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Allah (el todo poderoso Dios) por haberme permitido vivir hasta este día, haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes experiencias y sobre todo felicidad.*

*A mis padres por apoyarme a todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida, sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.*

*A mis hermanos por ser importante de mi vida y representar la unidad familiar, gracias de apoyarme en aquellos momentos que he necesitado a ustedes. Muchas gracias.*

*A mi tutor, M.Sc Alexis Montes de Oca Risco por haber brindado una atención especial, su dedicación de tiempo, sus exigencias y señalamientos para la confección del tema y la obtención de resultados de este trabajo.*

*Un agradecimiento especial a mi novia Annia Delgado Olivera y su familia, por ser una parte muy importante de mi vida, por haberme apoyado en las buenos y malos momentos, sobre todo su paciencia y por aguantarme, haber hecho de mi última etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidaré.*

*A compañeros de la residencia, aula por todos los momentos que pasamos juntos. Por las tareas y proyectos que juntos realizamos y por todas las veces que a mí me explicaron, aquellos momentos que he necesitado a ustedes gracias.*

*A todos los profesores del Departamento de Mina y Geología que contribuyeron en mi preparación en especial, muchas gracias*

*A mis amigos, Boubacar Yarnangoré, Abdul Rahim Fatawu, Mohamed Yeslem, Haminu Baba, Helder Vemba.*

***Gracias a todos***

## **RESUMEN**

En este trabajo de diploma, plan de manejo ambiental para las canteras de materiales de construcción de la provincia de Holguín, se analizó la estructura productiva de la industria de materiales de construcción de la provincia de Holguín y las características geológicas y minero - técnicas de cada yacimiento en explotación; se identificaron los efectos ambientales que se manifiestan en cada cantera y las medidas generales de mitigación de los impactos ambientales negativos. En su elaboración se aplicaron métodos empíricos y teóricos de la investigación científica que permitieron cumplir adecuadamente los objetivos planificados. Como principal conclusión del trabajo se obtuvo un plan de manejo ambiental para el Grupo Empresarial de la Construcción del MICONS de Holguín que permitirá lograr una minería responsable.

## **ABSTRACT**

In this diploma work, plan of environmental handling for the quarries of construction of materials supplies of the county of Holguín, was analyzed the productive structure of the industry of construction of materials supplies of the county of Holguín and the geologic characteristics and miner - technical of each location in exploitation; they were identified the environmental goods that are manifested in each quarry and the general measures of mitigation of the negative environmental impacts. In their elaboration empiric and theoretical methods of the scientific investigation were applied that allowed to complete the planned objectives appropriately. As main conclusion of the work a plan of environmental handling was obtained for the Managerial Group of the Construction of the MICONS of Holguín that will allow achieving a responsible mining.

# Índice

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA .....</b>	<b>5</b>
1.1    Introducción .....	5
1.2    Antecedentes y actualidad del tema a nivel internacional .....	5
1.3    Legislación minera a nivel internacional .....	9
1.4    Antecedentes y actualidad del tema en Cuba.....	11
1.5    Legislación minero ambiental en Cuba .....	14
Conclusiones parciales .....	17
<b>CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN MINERO-AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA DE MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE HOLGUÍN .....</b>	<b>18</b>
2.1    Caracterización de la Industria de Materiales de la Construcción de Holguín.....	18
2.1.1    Yacimiento Buenaventura .....	19
2.1.2    Yacimiento Caliches.....	24
2.1.3    Yacimiento Pilón.....	32
2.1.4    Yacimiento de grava – arena del Río Sagua .....	36
2.2    Identificación y caracterización de los impactos ambientales en los yacimientos .....	40
2.2.1    Caracterización ambiental de los impactos ambientales.....	40
Conclusiones parciales .....	46
<b>CAPÍTULO III. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LAS CANTERAS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA PROVINCIA DE HOLGUIN .....</b>	<b>47</b>
3.1    Introducción .....	47
3.2    Plan de manejo para los yacimientos Buenaventura, Los Caliches y El Pilón .....	47
3.2.1    Manejo para la protección de la atmósfera .....	47
3.2.2    Manejo de Suelo.....	52
3.2.3    Manejo del paisaje y morfología .....	54
3.2.4    Protección al agua superficial y subterránea .....	54
3.2.5    Manejo de la geomorfología .....	55
3.2.6    Manejo de Fauna y Flora .....	58
3.3    Plan de manejo ambiental para el yacimiento de grava-arena del río Sagua.....	59
3.3.1    Protección de la atmósfera: ruido, calidad del aire. ....	59
3.3.2    Protección al agua superficial y subterránea .....	60
3.3.3    Protección a la geología y geomorfología .....	60
3.3.4    Protección al paisaje .....	60
3.3.5    Protección a la fauna y flora.....	60
3.3.6    Protección a la población .....	61
3.3.7    Protección al suelo y orillas del río.....	61
3.4    Plan de Monitoreo y Seguimiento Ambiental .....	61

3.4.1. Monitoreo de las Aguas Superficiales .....	62
3.4.2. Monitoreo del Suelo.....	62
3.4.3. Monitoreo de la Biodiversidad.....	62
3.4.4. Monitoreo del Paisaje .....	63
3.4.5 Programa de seguimiento y/o vigilancia ambiental.....	63
Operaciones de vigilancia ambiental .....	64
<b>CONCLUSIONES: .....</b>	<b>65</b>
<b>RECOMENDACIONES:.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>70</b>

## INTRODUCCIÓN

La conciencia sobre el medio ambiente surgió a comienzo de la década del setenta en los países más avanzados, donde el bienestar económico fruto del desarrollo, iba acompañado de secuelas no deseadas sobre la naturaleza y que eran inaceptables para los pueblos, por esto se han desarrollado desde entonces muchos encuentros y conferencias internacionales con el fin de prevenir este fenómeno, como 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”; pero la que marcó un viraje y puso el concepto de medio ambiente al alcance de todos los ciudadanos del planeta fue la cumbre de Río de Janeiro en junio de 1992, la conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, también conocida como la Cumbre de la Tierra en la que se desarrolló y legitimó una agenda de medidas relacionadas con el cambio medioambiental, económico y político.

En diciembre de 2009, durante la clausura de la Cumbre de Copenhague, Dinamarca, auspiciada por Naciones Unidas, el mundo recibía la decepcionante noticia, de que en la misma, no se había logrado un consenso para aprobar un documento en el que por lo menos se reconocieran los acuerdos del protocolo de Kyoto, y en cuya declaración final no se tienen en cuenta, como esperaba la mayor parte del mundo, la aprobación de las medidas necesarias para disminuir progresivamente las acciones que propician el cambio climático. (Parrotta y Knowles, 2001)

En la actualidad con el aumento de la capacidad humana de transformar el entorno natural, se ha originado 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 porque es la actividad básica dedicada a la obtención de los geo-recursos para el abastecimiento a la sociedad de las materias primas necesarias para mejorar su calidad de vida, su progreso y su destino. Sin embargo, la conciencia que se tiene hoy de la limitación de los recursos naturales, así como la de los diversos elementos que componen los

ecosistemas, nos obligan a solucionar los problemas de la demanda de materias primas en equilibrio con la conservación de la naturaleza, permitiendo así salvaguardar el patrimonio que representa el medio y los recursos naturales para poder legarlos a las futuras generaciones. (Carbonell, 2003)

La extracción de materiales a cielo abierto es un tipo de disturbio antrópico que afecta todos los factores del ecosistema (vegetación, fauna, suelos), las geoformas del terreno y las condiciones microclimáticas. Las áreas de extracción de materiales, en muchos casos, se encuentran localizadas en los límites de las ciudades. Cuando la extracción de materiales se realiza irracionalmente sin una planeación de la explotación, los problemas generados después del abandono son muy graves debido a que los taludes quedan inestables y se producen deslizamientos, que a su vez pueden generar pérdidas de vidas humanas. Otros problemas generados por una explotación no planeada es la pérdida del suelo superficial, contaminación de las aguas superficiales, emisiones atmosféricas de polvo y la emisión de ruido (Bradshaw, 1993)

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

En los últimos años se han incrementado en todo el país las construcciones para el turismo, reconstrucción del fondo habitacional, construcción de infraestructuras y obras sociales de todo tipo; por este motivo se ha incrementado considerablemente la demanda de materiales de construcción, principalmente áridos, para enfrentar esta problemática.

Toda esta situación contribuye al aumento de los niveles de contaminación generados por la ejecución de explotaciones mineras. Por tal razón la dimensión ambiental debe incluirse en los proyectos de la industria de materiales de

construcción según lo estipulado en la legislación minera. La provincia Holguín tiene concesionados 4 yacimientos que explotan geo-recursos destinados a la producción de materiales para la construcción (Buenaventura, Los Caliches, El Pilón y el yacimiento de grava-arena del Río Sagua), ninguno de ellos disponen de su proyecto de rehabilitación, a pesar de lo planteado en la legislación minera.

Las áreas dañadas por la explotación de materiales de la construcción en la provincia ocupan alrededor de 76 ha, lo cual provoca un fuerte impacto al medio ambiente.

Una aproximación a esta situación problemática demostró la existencia del siguiente **Problema científico**: Necesidad de elaborar un plan de manejo ambiental para las canteras de materiales de la construcción de la provincia Holguín.

Con vista a la solución de este problema, el **Objeto de la investigación** son las Canteras de Materiales de Construcción de Holguín.

Por lo que se plantea como **Objetivo general de la investigación**: Elaborar plan de manejo ambiental para las canteras de materiales de construcción de Holguín para lograr una minería responsable. Y del objetivo general surgen los siguientes **objetivos específicos**:

- Caracterizar las canteras de materiales de construcción de la provincia Holguín.
- Identificar los impactos negativos que se producen en las canteras de materiales de construcción de Holguín.
- Elaborar el plan de manejo ambiental para las canteras de materiales de construcción de la provincia Holguín.

**El Campo de acción** asociado a esta investigación es el plan de manejo ambiental para las canteras de materiales de construcción de la provincia Holguín

#### **Hipótesis:**

Si se caracterizan las canteras de materiales de la construcción de la provincia Holguín y se identifican los impactos ambientales negativos generados por la explotación, se podrá elaborar un plan de manejo ambiental y lograr así una minería responsable

El flujograma de la investigación se muestra en la figura 1.

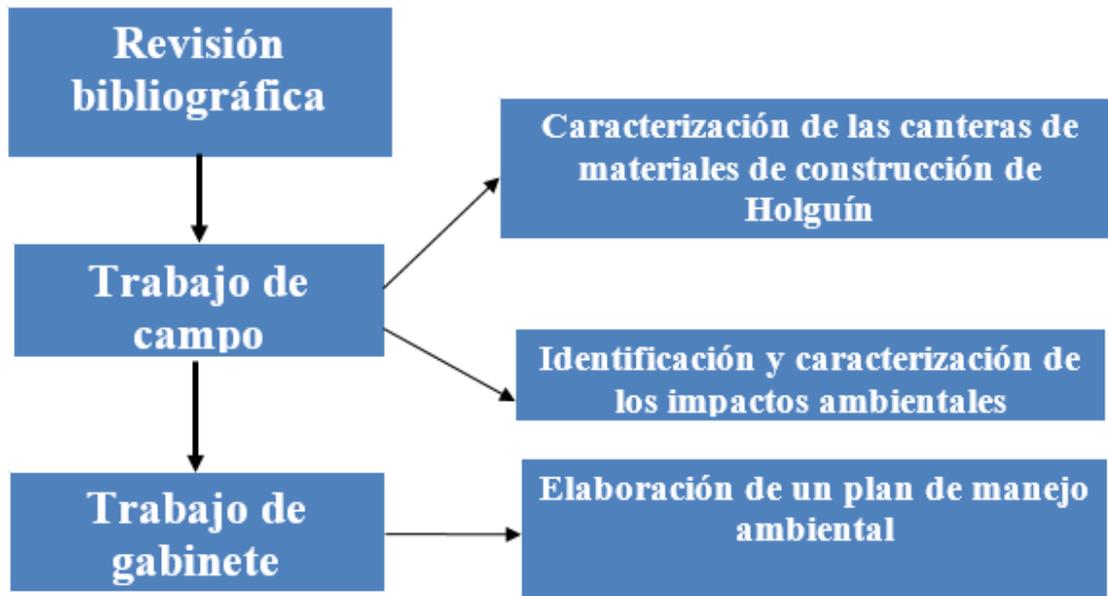


Figura 1: Flujograma de la investigación

# CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

## 1.1 Introducción

Este capítulo tiene como objetivo principal ofrecer los antecedentes y el estado actual del problema de la contaminación ambiental y de las estrategias para enfrentarlo, referido por la literatura especializada; particularizado en el manejo ambiental. De modo, que pueda servir como referencia en los esfuerzos por contrarrestar el problema en Cuba, principalmente en la Industria extractiva de Materiales de Construcción.

## 1.2 Antecedentes y actualidad del tema a nivel internacional

En los últimos años son numerosos los artículos e investigaciones realizadas a nivel internacional acerca del manejo ambiental y papel que desempeñan en la protección del medio ambiente, son destacables los trabajos de:

**Ferrer (1996)** En el artículo restauración de impactos mineros en las zonas semiáridas: el ejemplo de la provincia de Granada, plantea que en zonas semiáridas la restauración de canteras supone un proceso lento y costoso debido, fundamentalmente, a las limitaciones climáticas que imperan. Los procesos de erosión y desertificación, desestabilización y deslizamientos, acompañados de la escasez de agua, intensa radiación solar y pérdida progresiva de fertilidad de suelos, motivan que en estas zonas se actúe principalmente buscando el equilibrio geomorfológico que evite procesos erosivos y de desestabilización irreversibles, sobre el cual sea factible una regeneración biótica en la medida en que las condiciones climáticas lo permitan. Se obtiene la afección al medio ambiente y dentro de la actividad restauradora se proponen las medidas preventivas y correctoras, las principales medidas que se proponen se centran principalmente en el remodelado del relieve para evitar riesgos erosivos y la lucha contra la producción de polvo, se constató además que las técnicas de revegetación tienen una aplicación limitada debido a la lentitud de este proceso como consecuencia de las limitaciones climáticas.

**Anguera (2005)**, en el Plan de restauración de una cantera de caliza en Valencia, pretende servir como ayuda para realizar las labores de restauración de la cantera

y revegetación del espacio afectado por las actividades extractivas, está realizado para la cantera “Soroixa”, una explotación de caliza con una producción aproximada de 800 000 t/año, situada en el municipio de Picassent (Valencia). La restauración en este proyecto tuvo por objetivo modelar topográficamente el hueco creado acorde con el entorno, revegetar y restaurar la cobertera vegetal eliminada y la producción biológica del suelo, se implantó una vegetación autóctona de carácter forestal para integrar la zona explotada en el paisaje circundante, también se realizó una siembra de herbáceas y arbustivas para facilitar la formación y estabilización del suelo. Con las medidas de restauración y seguimiento se consiguió integrar la zona afectada en su entorno de la forma más armoniosa y efectiva posible, obteniendo un medio perfectamente armonioso con la biología y ecosistemas de la zona.

Por otra parte, **Canut (2007)** en el plan de restauración, recreación y adecuación ambiental de una cantera de piedra caliza en Yepes (Toledo), tuvo por objetivo planificar la restauración, recreación y adecuación ambiental de una cantera de caliza en el municipio toledano de Yepes. Esta restauración incluyó todas las zonas explotadas desde el inicio de la vida de la cantera hasta las zonas explotadas en el último año, y con previsión de extender estos trabajos a las nuevas zonas que se vayan explotando en el futuro, prolongándose hasta el final de la vida de la cantera. Primeramente se realizó una descripción somera de la evolución de explotación a lo largo de los más de setenta años de vida de la cantera, continuando con la descripción de las operaciones actuales de la explotación de la cantera y se propuso un plan de explotación futuro en base a un estudio de modelización, obteniendo así un mayor aprovechamiento del yacimiento al producirse un aumento de las reservas. Finalizó con un prototipo de restauración ecológica que proyectó labores de restauración sincrónicas con el avance de la cantera, una recuperación del hábitat original, la potenciación de la biodiversidad y el desarrollo de actividades de sensibilización y educación ambiental, incluyendo un estudio económico de dicha restauración. El proyecto destacó que en la actualidad el desarrollo de la actividad extractiva requiere un modelo de restauración integral en el que no sólo se contemplen actuaciones de

restauración ecológica de un medio degradado, si no que se dé un nuevo uso al territorio dotándolo de un valor complementario al que posee por la existencia del recurso mineral a explotar.

Uno de los usos que se le puede dar a una cantera después de terminada la explotación es la utilización como vertedero, en su artículo Restauración de canteras para su aprovechamiento como vertederos, **García (2008)**, propone el uso de canteras abandonadas, potencialmente aprovechables, que tras estudios técnico-económicos constituyan una zona para el depósito de vertederos y de esta forma se pueda restaurar la cantera dando un aprovechamiento máximo a la instalación y dando así también salida al problema social y político que plantea la ubicación de vertederos y el aumento de los residuos generados per cápita, así como a los vertidos incontrolados.

En el Plan de restauración, Proyecto de ampliación de explotación de Lapilli en “Cantera Ta” (Lomo Camacho) **Delgado (2009)**, primeramente analiza la información de las labores mineras y su entorno y después plantea las medidas previstas para la restauración de la cantera entre las que se encuentran acondicionamiento del terreno, medidas para evitar la erosión, protección del paisaje y vegetación, restauración de bancos y bermas, restauración de la plataforma, mantenimiento de las zonas verdes y desmantelamiento de las plantas asociadas a la explotación.

La tesis doctoral Ingeniería ecológica de la rehabilitación de escombreras en canteras de yeso en el sureste peninsular (Los Yesares, Sorba, Almería), **Castillejo (2009)**, crea una metodología de restauración de escombreras de canteras de yeso que permite acelerar el proceso de recuperación natural de esos sistemas. Estos estudios se centraron en la cantera de Los Yesares (Sorbas, Almería), que constituye la cantera de yeso más grande de Europa. En consecuencia, en base a las distintas variables indicadoras empleadas, tanto de carácter abiótico como biótico, la metodología de restauración aplicada en la cantera de Los Yesares (Sorbas, Almería) puede considerarse adecuada, ya que condujo a la formación de comunidades vegetales estables en las escombreras de actuación en un tiempo considerablemente reducido.

En el Proyecto de restauración de la cantera “El Pascol”, **Paris (2009)** en el término municipal de Caldes de Montbui, Se estudió y analizó las características del entorno físico en el cual se encuentra la actividad, para conocer cuáles son las mejores medidas que se pueden adoptar para conseguir una buena recuperación del espacio, así como el reconocimiento y evaluación de los impactos que la actividad productiva ha dejado a diferentes niveles. Se realizó el levantamiento de los cuatro frentes de los que consta la cantera junto con sus plazas, cuyos espacios son los más degradados en cuestiones medioambientales, donde la vegetación es escasa puesto que el suelo dejó de ser fértil durante la explotación de la cantera. Se realizó la restauración aplicando a cada frente medidas correctoras aptas para cada caso, de este modo se describe una propuesta de recuperación para cada uno de ellos utilizando técnicas como la aplicación de lodos de depuradora para conseguir una revegetación más rápida y se analizaron los impactos negativos y positivos que la restauración puede ocasionar en el espacio durante el tiempo que se estén realizando dichos trabajos.

En el Manual de restauración de minas a cielo abierto elaborado por el **Gobierno de la Rioja. (2006)**, describe algunas recomendaciones que pueden ayudar a realizar proyectos de restauración de explotaciones en los que se consideren todas las variables necesarias para asegurar el éxito de la actuación. Además, da criterios para ayudar a determinar las acciones que se requieran en cada caso, con el fin de lograr una restauración que cumpla con los objetivos medioambientales y/o sociales del área donde se encuentre ubicada la explotación, se recogen medidas que han de llevarse a la práctica para una adecuada protección del medio ambiente durante las distintas fases de la restauración de terrenos. Se aclara, sin embargo, que no todas las medidas propuestas son universalmente aplicables. Dependiendo de las circunstancias concretas de cada explotación, las empresas, previamente, deberían analizar técnicamente la efectividad y viabilidad de implantar una determinada actuación.

**Ferney (2006)** En el diseño del plan de manejo y recuperación ambiental para la cantera Pozo Azul del Cantón Sur (localidad de Tunjuelito), se elabora un diagnóstico ambiental de la cantera Pozo Azul y su área de influencia, luego se

define y se caracteriza el área de influencia para seleccionar las estrategias tecnológicas y ambientales adecuadas para la recuperación morfológica y ambiental de la cantera Pozo Azul.

**Häberer (2005)**, En la guía de manejo ambiental para minería no metálica, se realiza una caracterización del área y una descripción de los impactos ambientales para luego aplicar las medidas necesarias para prevenir y mitigar dichos impactos y un plan de manejo ambiental.

### **1.3 Legislación minera a nivel internacional**

La recuperación de áreas degradadas ha sido implementada en diferentes países como importante instrumento de política pública en el área ambiental. Los enfoques son variados, pero generalmente persiguen un 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 hay una aproximación con vistas a la búsqueda de una adecuación de las normas técnicas, sea nacional o internacional, como por ejemplo, la serie de normas de calidad ambiental denominada ISO 14000. No obstante, algunas minas ya presentan programas ambientales que podrán evolucionar rápidamente para la formulación e implementación de algún tipo de sistema de gestión normalizado y reconocido por el medio técnico externo y aceptado por la comunidad.

Un análisis comparativo de los aspectos legales relacionados al aprovechamiento de agregados en diferentes regiones del mundo revela que la recuperación de áreas degradadas es obligatoria en varios países industrializados, como EUA, Francia, Italia, 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 ha sido contemplada de manera creciente en normas legales de varios países, como Brasil, Argentina, Perú, Colombia y Uruguay, pero es aún muy poco exigida en la aplicación de la legislación. (Yazbek, 2006).

En 1988, la Asociación Minera de **Canadá** abogó por que los planeamientos de rehabilitación y el aseguramiento financiero sean requeridos para la nueva minería, y que el gobierno debe definir reglas claras, consistentes y al mismo tiempo flexibles para tratar con la variedad de problemas en cada minería y lograr el desarrollo de los recursos minerales, así como minimizar los efectos adversos en el ambiente a través de la rehabilitación de las tierras minadas. En Ontario, en 1989, se confeccionó 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 y son regulados por inspecciones y auditorias.

**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 para sus nuevos proyectos. En 1994 entró en vigencia la Ley No. 19.300 sobre bases del medio ambiente, este fue un primer paso dado con el objetivo de crear instrumentos para una eficiente gestión del problema ambiental, el más importante de estos fue el Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental, en el cual se aborda el tema de la rehabilitación de los proyectos mineros, y establece que la planificación de la rehabilitación debe estar contenida en los estudios de impacto ambiental. Desde Abril de 1997 se hace obligatorio, para cualquier proyecto minero, su presentación al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

En 1997 en **Bolivia**, comenzó a regir el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras (RAAM), el cual en el 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 o 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.

También en este mismo año 1997, en **Ecuador**, entró en vigencia el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras, dictado 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 y de plantas de beneficio, fundición y refinación, deberán efectuar estudios de impacto ambiental, para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar.

Los **Estados Unidos** es un claro ejemplo de país concienciado tempranamente con la problemática asociada a la minería abandonada. Prueba de esto es que en el título IV de la ley sobre restauración de terrenos alterados por minería de carbón (Surface Mining Control and Reclamation Act), aprobada en el año 1977, ya 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 han surgido diversas iniciativas orientadas a recuperar o remediar terrenos alterados por minería abandonada. Según Guerrero (2002), los objetivos del programa de rehabilitación de minas de Colorado y de su legislación específica sobre materiales de construcción, son fomentar el desarrollo de la industria minera y rehabilitar las tierras afectadas por las actividades mineras para que puedan tener un uso beneficioso para los ciudadanos del estado.

#### **1.4 Antecedentes y actualidad del tema en Cuba**

Algunos autores han investigado y realizado trabajos sobre rehabilitación minera en Cuba. Una de las primeras investigaciones realizadas sobre la recuperación de áreas minadas fue la efectuada por **Pouns (1985)**, en su artículo Recuperación de zonas devastadas por los trabajos mineros, el autor hace referencia al deterioro

de diferentes recursos naturales universales como el agua, el aire, los bosques. Ya desde ese tiempo se plantea la necesidad de tomar en cuenta desde un inicio la correlación adecuada entre el sistema de explotación del yacimiento (destape-preparación-extracción) y la disposición del mismo de forma tal, una vez finalizada la extracción, que permita acometer las labores previstas para su recuperación. Se plantean los posibles usos finales que se le pueden dar a las minas después de ser explotadas y se describen los avances que ha dado la Revolución en materia de protección minero ambiental con el anteproyecto de la Ley Minera y la Ley de protección del Medio Ambiente que contemplan la regulación de las actividades que afectan el medio ambiente, así como la obligatoriedad de recuperar las zonas devastadas por la minería.

**Parra (2003)** realizó el estudio del impacto ambiental provocado por la explotación minera en la cantera del yacimiento Los Guaos en la provincia de Santiago de Cuba, en el que se determinaron las actividades que provocan los mayores impactos negativos así como los de mayor importancia, no se propone un sistema de rehabilitación como tal de las áreas degradadas.

Propuesta de un plan para la rehabilitación de las áreas degradadas por la extracción de arena en la cuenca hidrográfica Sagua - Miguel. (Sector La Plazuela) en las áreas de explotación de arena, en Sagua de Tánamo, perteneciente a la Empresa de Construcción y Reparaciones de la Industria del Níquel, tesis de maestría de **Riverón (2003)**, se propuso como objetivo fundamental elaborar un plan para la rehabilitación de las áreas afectadas por los efectos de la actividad minera en la zona. En la investigación se caracterizó el medio ambiente de la región y del área de los trabajos, se describió el método de explotación empleado para la extracción de la materia prima mineral, se evaluó el impacto ambiental que se genera a partir de la rehabilitación minera y se propone el plan para la rehabilitación de 11.25 ha afectadas por la minería, básicamente en el sector La Plazuela. Se calculó además el costo total de dicha rehabilitación.

En otra tesis de maestría, **Aguilera (2003)**, se realiza el estudio del impacto ambiental ocasionado por la explotación del yacimiento fluvial de arena y grava "Río Nibujón", en este trabajo se presenta el estudio de impacto ambiental

producido por la explotación de un depósito fluvial de arena y grava, localizado en la zona de amortiguamiento del parque Alejandro de Humbolt, para ello identifica, caracteriza y valora los impactos ambientales y finalmente, elabora el plan de medidas preventivas, correctoras o de mitigación de los impactos causados junto al plan de monitoreo de las actividades de explotación.

Por otro lado, en su tesis de grado **Mamin (2003)**, realiza el proyecto de rehabilitación del yacimiento de arena “Dorados II”, Sector Bambá, cuyo objetivo es organizar la rehabilitación de la zona minada, a fin de alcanzar la explotación racional del yacimiento, logrando integrar las condiciones medio-ambientales y económicas del territorio de forma sostenible. El trabajo se estructura en 5 capítulos, en los cuales se da una noción general del yacimiento, se identifican los principales impactos que provoca la extracción minera, se desarrolla el proyecto de rehabilitación que se propone con su evaluación económica y la protección e higiene del trabajo que requiere la ejecución del mismo. Su principal resultado está dado por el desarrollo de una metodología explícita para la rehabilitación del terreno degradado durante la extracción de arena del yacimiento, que permite minimizar los impactos y resarcir los daños ocasionados al medio ambiente por extracciones antiguas.

**Carcassés (2004)** en su artículo Rehabilitación de áreas en desuso del yacimiento de rocas ornamentales “Rosado del Río” provincia Granma, explica que la explotación del yacimiento de mármol “Rosado del Río”, produce importantes impactos ambientales, producto a que la extracción y movimiento de materiales que se realizan, originan huecos y escombreras que convierten el terreno donde está enclavada el área de trabajo, en una zona de difícil reutilización, debido a que no se previó desde la fase de proyecto de explotación, la reintegración al entorno, derivándose de ello, de manera especial, la eliminación de la vegetación durante la explotación y una gran afectación de la calidad del paisaje. En este trabajo, a través de un levantamiento de campo, se realizó un diagnóstico preliminar para detectar la situación ambiental de la zona del yacimiento y se determinaron las deficiencias y violaciones que afectan el medio ambiente de la cantera derivada del proyecto de explotación minero. Las acciones que se

recomendaron para la rehabilitación de la cantera son: Soluciones temporales para minimizar los impactos actuales en las zonas en desuso, el reordenamiento ambiental de la zona de la cantera y el establecimiento de la simultaneidad entre el proyecto de rehabilitación y de explotación para una mejor recuperación posterior de los frentes, partiendo de criterios de compatibilización con los usos existentes en el entorno.

En su artículo Proyecto de recuperación del yacimiento “Carbonato Tanque Viñas, **Díaz (2009)**, propone un plan de recuperación de la cantera, una vez concluida la explotación del yacimiento, trabajando sobre la descripción de los componentes del medio ambiente, demostrando que el proyecto de explotación cumple con las legislaciones y normativas ambientales vigentes, identificando los impactos ambientales que genera la explotación, proponiendo medidas de prevención y mitigación que respondan a los efectos que sobre el medio ambiente origine dicha explotación y proponiendo variantes de recuperación de las áreas degradadas.

### **1.5 Legislación minero ambiental en Cuba**

La legislación minera y ambiental trata de marcar reglas y procedimientos que regulen las actividades extractivas del sector minero. La extracción de los recursos naturales de carácter agotable se hacía, hasta épocas recientes, bajo criterios exclusivamente técnicos y económicos, sin la consideración de los posibles impactos ambientales que se producen en los ecosistemas y consecuentemente, sin la aplicación de precauciones o medidas preventivas y correctoras para aminorarlos o eliminarlos.

La minería para la economía cubana, no constituía un renglón importante, hasta la primera mitad del siglo XX; el mayor auge en esta producción fue alcanzado poco antes de 1959.

Con el triunfo de la Revolución en 1959, se decide implantar un programa destinado a precisar y desarrollar el potencial minero del país pero aún no se había logrado establecer las leyes y normativas para alcanzar la recuperación de estas áreas afectadas por la minería.

En 1981 la **Ley No. 33**, de la Protección de Medio Ambiente y de los Recursos Naturales, dicta en su Artículo 51, la obligatoriedad de garantizar, por parte de los organismos y empresas estatales que desempeñan labores de aprovechamiento de los recursos minerales, la ejecución de las medidas preventivas, así como la eliminación de los daños o peligros que amenacen la vida o la salud de las personas, o la destrucción de los bienes de interés social, lo que constituye el primer acercamiento a la protección del medio ambiente en las zonas de interés minero.

Posteriormente la **Ley 76 de Minas** aprobada el 23 de enero 1995 ya tiene como objetivo establecer la política minera y las regulaciones jurídicas de dicha actividad de manera tal que garanticen la protección, el desarrollo y el aprovechamiento racional de los recursos minerales en función de los intereses de la nación, y traza directivas obligatorias, controladas por los funcionarios de gobierno vinculados con la actividad. Establece en su artículo 41 que todos los concesionarios están obligados a preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área, elaborando estudios de impactos y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar el impacto derivado de la actividad minera en los términos que establece la legislación. En el artículo 57 señala que los concesionarios pueden perder esta condición si no cumplen con el programa de ejecución de las medidas de mitigación y en el 65 señala la obligación de restaurar con el cierre de la mina.

Más adelante la **Ley 81 de Medio ambiente** promulgada el 11 de julio de 1997, complementada con el decreto Ley No. 220, de las Contravenciones en Materia de Medio ambiente en su artículo 13 establece que los Organismos que tienen a su cargo el uso y administración de recursos naturales, en cumplimiento de sus deberes, atribuciones y funciones específicas relativas a la protección del medio ambiente, deben incorporar y evaluar los requerimientos de la protección del medio ambiente en sus políticas, planes y programas de desarrollo y ejecutar proyectos con vista a garantizar la sostenibilidad de su gestión y contribuir al desarrollo de la vida en un medio ambiente adecuado, valorando científicamente los factores ambientales. El artículo 92 expone la obligación de todas las personas

naturales y jurídicas en la protección y conservación de las aguas y de los ecosistemas acuáticos en condiciones que permitan atender de forma óptima a la diversidad de usos requeridos para satisfacer las necesidades humanas y mantener una equilibrada interpelación con los demás recursos naturales asegurando un adecuado desarrollo del ciclo hidrológico y de los elementos que intervienen en él, prestando especial atención a los suelos, áreas boscosas, formaciones geológicas y a la capacidad de recarga de los acuíferos. Sobre las personas naturales o jurídicas que tienen a su cargo el uso o explotación de los suelos, el artículo 106 refleja que se ajustarán a hacer su actividad compatible con las condiciones naturales de estos y con la exigencia de mantener su integridad física y su capacidad productiva y no alterar el equilibrio de los ecosistemas, añade que adoptarán las medidas que correspondan, tendientes a evitar y corregir las acciones que favorezcan la erosión, salinización y otras formas de degradación o modificación de sus características topográficas y geomorfológicas y que deben realizar las prácticas de conservación y rehabilitación que se determinen de acuerdo con las características de los suelos y sus usos actuales y perspectivas. Además amplía que deben cumplir las disposiciones establecidas en la legislación básica de suelos del país y otras que a su amparo dicten los organismos competentes. En los artículos 120, 122 y 137 se refieren a que toda actividad minera estará sujeta al proceso de evaluación de impacto ambiental, por lo que el concesionario solicitará la licencia ambiental para ejecutar la fase de explotación. Las personas naturales o jurídicas que desarrollan actividades de aprovechamiento de recursos minerales, estarán en la obligación de rehabilitar las áreas degradadas por su actividad, así como las áreas y ecosistemas vinculados a éstas que puedan resultar dañados, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Minas y en la presente Ley, o en su defecto, a realizar otras actividades destinadas a la protección del medio ambiente, en los términos y condiciones que establezcan el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, el Ministerio de la Agricultura y el Ministerio de la Industria Básica. Las medidas correctivas estarán destinadas a remediar los daños causados al paisaje y, en la medida de lo

posible, a recuperarlos o rehabilitarlos y se aplicarán de conformidad con lo dispuesto en la presente Ley y su legislación complementaria.

Otra de las leyes relacionadas con la rehabilitación minera es la **Ley No. 85** Ley Forestal con fecha 31 de agosto de 1998 que en su artículo 35 inciso (a), plantea que la forestación o reforestación será de carácter obligatorio en los terrenos donde se haya realizado extracción de minerales a cielo abierto.

### **Conclusiones parciales**

- La revisión bibliográfica demostró la preocupación mundial, y especialmente de nuestro país por los problemas no resueltos del incremento de la contaminación ambiental. Aunque en nuestro país existen leyes y normas relacionadas con la protección ambiental, queda mucho camino por recorrer en cuanto a la recuperación de las áreas minadas, pues las medidas aplicadas a los que incumplen estas normativas son muy leves.
- Existe la necesidad de introducir la dimensión ambiental en todos los proyectos mineros, creando para ello metodologías para la recuperación de las áreas dañadas por la minería con el objetivo de lograr una minería responsable.

## CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN MINERO-AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA DE MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE HOLGUÍN

Para solucionar las principales afectaciones ambientales que provoca la Industria extractiva de Materiales de Construcción, es necesario comenzar por conocer las causas que originan dichos impactos, la situación actual de la industria y sus perspectivas futuras, así como las principales características del medio ambiente de su zona de influencia, lo que posibilitaría mitigar y eliminar (en algunos casos) dichas afectaciones. Precisamente, con vistas a lograr ese objetivo va encaminado este capítulo.

### 2.1 Caracterización de la Industria de Materiales de la Construcción de Holguín

El Grupo Empresarial de la Construcción del MICONS de Holguín posee 4 yacimientos (figura 2) los cuales se explotan con la finalidad de obtener materia prima para la construcción (Buenaventura, Los Caliches, El Pílon, y Arena Río Sagua de Tánamo).

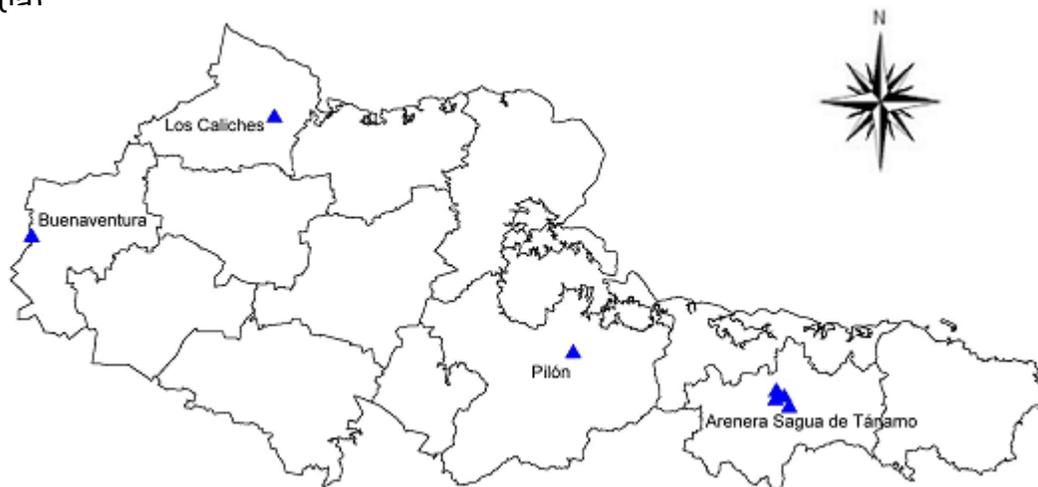


Fig. 2 Ubicación de los yacimientos de materiales de construcción de la provincia Holguín

## **2.1.1 Yacimiento Buenaventura**

### **Ubicación geográfica**

El yacimiento de arenas de granitoides, provincia de Holguín se localiza a 1,5 km al sur de la cantera José Rodríguez “Cañada Honda” y la carretera central a unos 6 km del poblado de Buenaventura (anexo 1).

Las coordenadas del yacimiento según Lambert son:

X = 514 000 – 516 500 m

Y = 243 000 – 247 000 m

La concesión minera de este yacimiento ocupa un área 16,74 ha. Se localiza en una zona dedicada fundamentalmente a la cría de ganado equino y vacuno, cultivo de viandas, frutas menores y bosques en menor escala.

### **Relieve**

Su relieve es de morfología sencilla, terrenos llanos con pequeñas ondulaciones y elevaciones en forma de colinas cuyas cotas máximas oscilan alrededor de la cota + 100 m. El acceso al yacimiento es extremadamente sencillo y cómodo, pues existen dos terraplenes que lo unen con la carretera central.

### **Hidrografía**

La hidrografía es sencilla, se compone de pequeños arroyos intermitentes y permanentes que corren unos de NE – SW y otros de N – S, estos últimos represados hacia el sur del área.

### **Clima**

Las temperaturas medias anuales son de 25 °C y las lluvias oscilan entre 1000 y 1200 mm al año.

### **Geología del yacimiento**

El yacimiento presenta una geología bastante sencilla, lo forman rocas altamente alteradas de la intrusión granodiorítica que se extiende desde la provincia de

Camagüey hasta las Tunas con los extremos más orientales hasta la ciudad de Holguín.

Estas rocas han sido divididas para su mejor estudio en cuatro capas:

- Capa vegetal.
- Capa de arcilla arenosa.
- Capa de arena algo arcillosa.
- Roca del basamento.

### **Capa vegetal**

Se compone de arcilla pardo oscura, algo arenosa de plasticidad media, con abundante material orgánico. Las potencias máximas se observan entre los 1,0 y 0,7 m y las mínimas entre los 0,20 y 0,3 m, siendo el valor promedio 0,56 m. Esta capa está fuera del cálculo de reservas.

### **Capa de arcilla arenosa**

Se localiza infra yaciendo la capa vegetal. Está compuesta por una arcilla muy arenosa de color pardo oscuro a pardo algo más claro. La arena que aquí se observa es producto de la alteración de las granodioritas. Esta capa tiene sus valores máximos en los 6,40 m y los 5,80 m y los mínimos entre los 0,20 y 0,3 m. En ella se observan los mayores valores del contenido de grava (más de 4,72 mm), ha sido excluida del cálculo de reservas dándose la misma como cubierta.

### **Capa de arena algo arcillosa.**

Esta capa es la que conforma el yacimiento de arena Holguín. Está compuesto de arena algo arcilloso, de color pardo claro y pardo verdosa con mucho cuarzo y mica biotita. El espesor promedio es de 3,57 m, localizándose las potencias mayores entre los 6,6 y 7,0 m y los 1,80 y 2,0 m como potencias menores. Esta capa presenta un contenido bastante alto de arcilla aunque no sobrepasa los límites exigidos. Esta arcilla se localiza principalmente en forma de pequeñas capitas de hasta 1 cm de espesor.

### **Rocas del basamento.**

Son las rocas más o menos frescas o poco intemperizadas de las intrusiones granodiorítica, son duras, compactas macizas agrietadas, con colores de gris verdoso claro a pardo claro cuando están algo alteradas. Estas cuatro capas mantienen estrechas relaciones entre sí, vemos como van transicionando hasta llegar a la roca madre fresca. Resumiendo podemos decir que las condiciones de yacencia del mineral útil son más o menos sencillas.

### **Condiciones hidrogeológicas y mineras de explotación.**

Durante los trabajos de campo se detectó como aspecto fundamental la existencia de una capa de arena producto de la alteración del cuerpo intrusivo de granodiorita. Estas arenas se encuentran entre las capas de rocas impermeables, la granodiorita fresca por debajo y el techo de una capa de arcilla algo arenosa.

Dentro de la capa de arenas existe un manto freático confinado con presión. El movimiento del flujo subterráneo ocurre en dirección NE – SW, las aguas son bicarbonatadas clóricas sódicas magnesianas, ligeramente salobres y no agresivas al hormigón. La afluencia de agua se calcula tomando en consideración una extracción total de la materia prima.

Las aguas subterráneas en el yacimiento se asocian a las variedades litológicas originadas por la alteración de las granodioritas, las cuales constituyen el lecho impermeable del acuífero.

### **Características cualitativas y tecnológicas del mineral útil**

El mineral útil del yacimiento está compuesto por la parte intemperizadas de las granodioritas, lo cual constituye una arena de grano medio de composición mineralógica cuarzo - feldespática fundamentalmente caracterizada por poseer en general un aprovechamiento entre 60 y 80 % con predominio del intervalo 60-70 de contenido de arena.

### **Propiedades físicas, composición química y mineralógica del mineral útil**

La arena estudiada se caracteriza desde el punto de vista físico por poseer un contenido promedio por pozo de grava entre 0.20 y 7.70 % con marcado predominio de los valores inferiores a 1 %.

El módulo de finura está entre 2,51 y 3,67 mm predominando marcadamente el intervalo 2,5-3,0 mm.

Las reservas en categoría industrial balanceadas poseen en general un contenido promedio por bloque de grava menor que 1 %, de arena, entre 60 y 70 % y de partículas inferiores a 0,149 mm de 30 a 90 %. El módulo de finura promedio oscila entre 2,8 y 2,9 mm. Comparando las características físico - químicas y mineralógicas de las arenas estudiadas tanto por muestra como promedio por pozo y bloque se observa que eligiendo un régimen tecnológico adecuado de lavado que permita eliminar los contenidos de partículas menores de 0,149 mm. La arena cumple en general con los requerimientos exigidos por la norma para la fabricación de morteros y hormigones hidráulicos, la producción industrial ininterrumpida por muchos años dan fe de lo antes expuesto.

En el yacimiento como ya se ha dicho solo existe un tipo industrial de arena, el cual se dividió en función del aprovechamiento en:

- Clase 1 (70-80 %)
- Clase 2 (60-70 %)
- Clase 3 (50-60 %)

Actualmente las reservas se explotan en la zona de los pozos P208, 209, 203, 75 moviéndose entre los bloques con recursos medidos e indicados indistintamente. Los valores promedios de las partículas en las arenas tanto de uno como del otro bloque no se diferencian entre sí.

### **Reservas del mineral útil**

Recursos medidos 1385.81 Mm<sup>3</sup>

Recursos indicados 1217.65 Mm<sup>3</sup>

### **Los elementos principales del sistema de explotación son los siguientes:**

- Avance de la trinchera, selección del tipo de avance. Por las características del yacimiento, en ningún caso que se quiera preparar o conformar un frente de trabajo será necesario una trinchera de acceso a esos horizontes.
- Talud del escalón de trabajo: 25 m
- Talud del escalón de destape: 26 m
- Berma de seguridad entre el equipo de carga y el borde superior del escalón de trabajo: 3 m.
- La altura del escalón viene dado por la potencia del mineral útil: 4 m

La explotación del yacimiento constará de tres etapas de trabajo (Anexo 7):

#### **Primera etapa**

Constituye la extracción de la capa vegetal donde la misma previamente es amontonada por el buldócer y cargada a los camiones por la excavadora (o cargador) que la transportarán hasta la escombrera destinada para este tipo de material, situada al Este del yacimiento.

#### **Segunda etapa**

Constituye la extracción, carga y transporte de la capa de arcilla arenosa que forma parte del material estéril del yacimiento, la misma es amontonada por el buldócer con un necesario mullido previo con la ayuda de sus escarificadores, y trasladada hasta las zonas ya minadas muy próximas al frente de trabajo.

#### **Tercera etapa**

En esta etapa se desarrollan los trabajos de extracción, carga y traslado del mineral útil hasta la instalación industrial.

Dentro de las condiciones o limitaciones que Grupo Empresarial de la Construcción del MICONS de Holguín había impuesto en la tarea técnica, cuando se hizo el estudio geológico, estaba:

- Potencia mínima útil - 2 m
- Potencia máxima de cubierta - 3 m
- Relación cubierta/útil – 1,2 (por bloques).
- Las reservas se explotarían hasta el nivel freático.

Como se ha visto en la práctica, se han explotado potencias por debajo de los 2 m en condiciones favorables y se ha extraído arena por debajo del nivel freático y de mejor calidad.

### **2.1.2 Yacimiento Caliches**

#### **Ubicación geográfica**

Se encuentra ubicado en el municipio de Gibara provincia de Holguín. Está situado a unos 10 km. al suroeste de dicho pueblo y a unos 3,5 km. de la carretera Holguín – Gibara (anexo 2). La concesión minera de este yacimiento ocupa un área 34,83 ha.

Las coordenadas en el sistema Lambert son:

- X = 563777,44 m
- Y = 269456,00 m

#### **Relieve**

La zona de los trabajos está formada por elevaciones calcáreas pertenecientes a las llamadas Alturas de Candelaria, las cuales forman parte del cinturón Catuco cuya cota oscilan desde 0 hasta 250 m sobre el nivel de mar. En el área del yacimiento las cotas varían desde 24 hasta 153 m de altura. Al norte se encuentran las cotas más altas y en el sur el gradiente del terreno es más abrupto.

#### **Hidrografía**

La red hidrográfica de la zona está compuesta por los ríos Cacoyogüín, Yabazón y Gibara, el primero corre a unos 2 km. paralelos al flanco sur del yacimiento.

#### **Clima**

La zona se caracteriza por un clima seco en líneas generales, siendo los meses de mayo a noviembre los de mayores precipitaciones. La zona no tiene ningún arroyo que atraviese el yacimiento. Los valores de temperaturas registradas en la zona son de 16 °C como mínimo y 34 °C como máximo.

## **Economía de la región**

La economía de la región se encuentra poco desarrollada existiendo pequeñas parcelas dedicadas a la agricultura y plantas forrajeras para la ganadería fundamentalmente. La región cuenta con algunos centros fabriles siendo los más importantes la hilandería y el astillero, la cooperativa pesquera y algunos centros de producción artesanal, todos estos en el poblado de Gibara. Existe también un molino de piedra triturada de tecnología alemana y la pequeña cantera La Vigía que se encuentra en explotación. La zona cuenta con una buena red de comunicaciones existiendo una carretera asfaltada de segundo orden entre Holguín y Gibara a unos 3,5 km. El área de trabajo y las zonas rurales también tienen una red de caminos bastante densos, aunque la mayoría de ellos se encuentran en malas condiciones.

## **Geología del yacimiento**

Geológicamente la región de los trabajos está compuesta por los sedimentos de las formaciones que a continuación se describen:

### **Formación Gibara**

Superficialmente los límites de esta formación son:

- Al este la bahía de Gibara.
- Al sur la línea, Río Cacoyogüín, La Púa – Velasco a lo largo de una escarpa abrupta.
- Al norte no tiene límites definidos, desapareciendo gradualmente debajo de las formaciones del Neógeno,
- Hacia el oeste la zona se estrecha y su punto más occidental está cerca del pueblo de San Mateo.

### **Formación estructuro - facial: Zona Remedios**

La sección típica se compone de calizas cristalinas, compactas, estratificadas de color blanco parduzco que forman estratos de 10 – 15 cm. de espesor. Dentro de los estratos se observan estratificación fina, laminar, más arriba aparecen capas

de calizas micro cristalizadas y margas calcáreas de color blanco amarillentas, duras de fractura concoidea, que forman estratos de colores variados entre 5 – 20 cm. con un cambio facial y con una ligera discordancia angular para la parte superior, está caracterizada por calizas macizas, compactas, duras, cristalinas de granos medios y gruesos, fosilíferas de color amarillento grisáceos, Las facies son de aguas someras pelágicas. El espesor visible sobrepasa los 50 m.

### **Formación Iberia**

Se extiende en todas las zonas estructuro - facial Auras, es decir está limitada hacia el norte por la zona Remedios, al suroeste por la zona Tunas y al sureste por la zona Sierra Nipe Cristal Baracoa. La parte vulcanógena sedimentaria está constituida por los tipos principales de rocas siguientes: Lavas andesititas, andinito – basáltica, diques diabáticos, todas aglomeradas de composición básica y media, lava – brecha – andesita – basálticas y conglomerados y areniscas de menor potencia.

### **Formación Jobal**

Aparece en una franja estrecha de rumbo este – oeste que comienza a 6 km. al oeste de la ciudad de Gibara y se extiende hasta los Maraños donde desaparece debajo de la formación Vázquez. Limita al sur con la falla septentrional de las lomas de Copeisillo. La anchura de la franja varía entre 500 y 1000 m.

### **Formación Embarcadero**

Se extiende desde Gibara hasta el Padrón bordeando el sur con la loma de Copeisillo, de Candelaria, la Sierra y Loma Alta. Entre el Padrón y la Nasa hacia el oeste se amplía y en los alrededores de Embarcadero alcanza 2,5 km. de ancho. Aparece en parches en la cercanía de la sierra la Yaya. La posición estructural corresponde a la zona Remedios. La misma presenta un afloramiento estructural en el lado occidental de la carretera Holguín – Gibara en el caserío de Embarcadero. Esta formación presenta una brecha calcárea bien estructurada.

### **Formación Yaguajay**

La formación aflora en la zona estructural facial de Auras. En la superficie aparece en los alrededores de Aguas Claras y Velasco como franjas, con una anchura de 500 a 2000 m. Estas franjas continúan hacia el oeste con rumbo oeste – este y suroeste – noreste hasta Bariay y Guardalavaca.

### **Formación Vigía**

Aflora en la zona estructural facial Auras. En la superficie aflora en una franja discontinua desde San Agustín hasta Boca de Samá. Las franjas bordean la formación Haticos y la formación Iberia, así como en Gibara y Recreo. En la zona inferior del perfil afloran areniscas y limonitas con intercalaciones de calizas y margas. Estas rocas generalmente son de color verde y verde grisáceo de grano medio hasta fino, bien estratificadas. El material de las areniscas es serpentinito, calizo de tipo vulcanógena del Cretácico Superior.

### **Formación Rancho Bravo**

Tiene afloramientos en la ciudad de Gibara en una franja estrecha adyacente a las elevaciones carbonatada de la formación Gibara entre los caseríos Rancho Bravo y Copeisillo. La parte inferior de la formación está constituida por conglomerados polimícticos duros de color verde oscuro con cemento carbonatado. Los fragmentos redondeados de porfiritas de color verde oscuro, diabasas, micro gabro y serpentinitas a veces están silicificados. La parte media de la formación está constituida por capas de areniscas de granos finos, areniscas arcillosas grises, limonitas blandas y duras de color beige.

### **Formación Puerto Padre**

Franja litoral estrecha hacia la parte oriental, ensanchada en la parte occidental entre Manatí y Gibara donde se asienta un cordón discontinuo de Tunas más o menos paralelos con la costa.

### **Formación Vázquez**

Se extiende por toda el área de Manatí, Naranjo, Vázquez, Chaparra hasta Gibara. Está limitada al suroeste por los cuerpos dioritoides. Al suroeste y al este hace contacto la formación Yayal existiendo un probable cambio gradacional entre ambos a través de un estrecho corredor al norte de Arroyo Muerto. De abajo hacia arriba aparecen margas amarillentas con abundantes bivalvos principalmente donar, con espesor de 0,5 m, calizas organógenas detríticas – argilacea estratificada de color parduzco con espesor de 0,8 m, arcillas bentoníticas laminar color verdoso con espesor de 1,65 m, calizas amarillas como las inferiores pero con abundancia de dónax.

### **Litología del yacimiento y sus rocas encajantes**

El yacimiento Los Caliches está enmarcado en la porción sur de la formación Gibara, la cual limita al oeste con la bahía de Gibara, al sur con la línea Cacoyogüín - La Púa - Velasco a lo largo de una escarpa abrupta. Al Norte no tiene límite definido, desapareciendo gradualmente debajo de las formaciones del Neógeno a lo largo de la línea Gibara – Laguna Blanca, el Jiquí - La Calesa.

Litológicamente esta formación está constituida por calizas microcristalinas, compactas, duras sin material terrígeno, muy puras de color blanco parduzco, margas calcáreas color blanco amarillento.

Petrográficamente el yacimiento está constituido por calizas organógenas detríticas con variable grado de re-cristalización. Estas rocas están formadas por organismos, fragmentos de organismos y fragmentos de rocas calcáreas unidas todas por un cemento calcáreo generalmente más recristalizado que los otros elementos de las rocas. La estructura de estas rocas es organógeno, pelito mórfica, criptocristalina, organógeno – detrítica y fragmentaria.

En el orden siguiente de predominio aparecen las calizas pelito mórfica – organógenas y pelito mórfica, las cuales se caracterizan por ser masivas de color blanco lechoso con variable grado de re-cristalización y presentan moldes fósiles sustituidos por calcitas macro-cristalinas.

Las rocas presentan muchas grietas con potencia de 1 a 3 mm rellenas por calcitas, las cuales no presentan ángulos definidos.

Debido al grado de calcificación y formación de las rocas no se pueden establecer elementos de yacencia de las mismas excepto en la pared vertical de una gran cueva ubicada en la parte oeste del yacimiento.

### **Morfología estructural y tectónica del yacimiento**

El yacimiento tiene un área de 1,16 km<sup>2</sup> con una forma alargada de oeste a este. Presenta un relieve accidental y las cotas oscilan entre 24 m. en el flanco sur y 153 m. en la parte norte.

Todo el flanco sur de este a oeste representa una pendiente abrupta generalmente en partes casi verticales. En la parte noroeste y este se presentan llaneras con elevaciones aisladas de hasta 146 m. La parte sur forma una escarpa abrupta. La mitad oriental del yacimiento presenta un relieve formando elevaciones y depresiones.

En toda el área del yacimiento existe un amplio desarrollo del carso en forma de diente de perro fundamentalmente en toda la franja sur, la mitad oriental y en las partes elevadas de la porción oeste. Este diente de perro tiene de 10 a 15 m. de altura.

El carso en superficie se presenta en forma de cavidades cársticas de dimensiones variables y generalmente aparecen rellenadas por arcilla, en profundidad aparece relleno principalmente por alita. Aparecen escasas cavernas vacías y de poca potencia, el carso en profundidad está evidenciado además por las diferentes depresiones de dimensiones variadas que se observan en el yacimiento.

En el flanco sur del yacimiento donde la aflorabilidad es mayor se manifiesta la tectónica de manera más intensiva coincidiendo con las áreas de mayor desarrollo el carso superficial. Aquí las fallas presentan extensión sub-meridionales formando sistemas casi paralelos.

### **Propiedades de la materia prima**

#### **Composición petrográfica**

Las rocas estudiadas del yacimiento son piedra de construcción, están representadas por calizas pelito mórficas, pelito mórfica – organógenas, calizas organógenas detríticas, calizas brechosa y conglomerados calcáreos.

Son rocas muy duras, compactas de color blanco y blanco cremoso menos frecuentemente con tonalidades rosáceas que yacen masivamente formando grandes espesores.

En general son calizas muy puras con un contenido muy alto de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , solo se observan componentes terrígenos en los conglomerados calcáreos en que aparecen pequeños clastos de cuarzo en cantidades de 1 a 2 %.

Las rocas más abundantes en el yacimiento son las calizas organógenas detríticas con variable grado de re cristalización. La característica de todas estas rocas es que se han formado en condiciones litorales y neríticas someras en un medio ambiente dinámico expuesto a la acción de las olas y los mares.

### **Características Tecnológicas**

Las características tecnológicas que presentan este tipo de rocas como materia prima son las siguientes:

- Peso volumétrico – seco: 2,52 gr./cm<sup>3</sup> promedio
- Peso volumétrico – saturado: 2,60 gr./cm<sup>3</sup> promedio
- Absorción: 2,20 % promedio
- Marca obtenida de trituración: 400 representativa

### **Condiciones hidrogeológicas del yacimiento**

El yacimiento por encontrarse en condiciones no anegadas solo será afectado por las precipitaciones atmosférica, pero estas, en definitiva son escasas por lo tanto el volumen de agua caída no será elevado.

En cuanto al grado de infiltraciones, es bajo lo cual se justifica por la morfología del yacimiento que facilita el escurrimiento superficial y los diferentes parámetros que favorecen la evaporación. Todo esto nos conlleva a inferir que la alimentación de las aguas subterráneas o las aguas de lluvias es muy limitada.

### **Elementos generales del laboreo minero.**

Las condiciones minero – técnicas del yacimiento son favorables para continuar con la explotación por el método a cielo abierto.

Los trabajos de explotación minera en los próximos cinco años se realizarán en la parte del bloque B delimitada hacia el sur por la cercanía del pozo P 83 A, en los flancos este y oeste por los actuales bordes de la cantera y por el norte por la propia trinchera de apertura que se construirá en el flanco derecho muy próxima al pozo de perforación P 64.

Considerando los factores técnicos y organizativos y las condiciones minero técnicas ya referidas, en la explotación del yacimiento Los Caliches seguirá en lo sucesivo (como hasta ahora) el esquema tecnológico de transporte para la ejecución de los trabajos mineros con el acarreo de la roca de estéril hacia las escombreras, el material útil hacia las tolvas receptoras o almacén de mineral. Todas las rocas se extraen con la granulometría primaria durante los trabajos de voladura.

Los servicios de perforación de las rocas será contratado a EXPLOMAT, el cual los realizará con la carretilla Alta Copco – 404 – A, con un diámetro de broca igual 115 mm.

En la carga de la roca tanto de estéril como de mineral se utilizará un cargador Volvo de 4.6 m<sup>3</sup> de capacidad en el cubo.

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

Las rocas estériles que irán surgiendo como intercalaciones, zonas cársicas rellenadas etc, se reapiarán con el buldócer, se carga a los camiones Belaz con el cargador Volvo y se envía para las escombrera.

Los elementos principales de la explotación son (Anexo 6):

Altura del escalón... 13 m.

Talud del escalón en su estado de trabajo..... 80<sup>0</sup>

Talud del escalón en su estado final. .... 70<sup>0</sup>.

Ancho de la berma de seguridad..... 4 m

### **2.1.3 Yacimiento Pilón**

#### **Ubicación geográfica**

El yacimiento de calizas Pilón se localiza en la provincia de Holguín, al este del poblado de Mayarí Abajo entre 6 – 8 km y a 1 km de la carretera Mayarí – Nicaro (anexo 3). La concesión minera de este yacimiento ocupa un área 21,39 ha.

Las coordenadas Lambert del centro del yacimiento son:

X: 625 000-625 600 m

Y: 221 000-221 300 m

#### **Relieve**

El relieve del yacimiento se puede considerar como de colinas suaves, cuyas cotas absolutas oscilan desde + 100 la mayor y + 25 – 30 las menores.

#### **Hidrografía**

La red hidrográfica es poco compleja, existe un arroyo permanente que corre en dirección noreste - suroeste aproximadamente en la cota + 30, no teniendo influencias negativas en el yacimiento.

#### **Geología del yacimiento**

El yacimiento de calizas Pilón se localiza en el anticlinorium Mayarí – Baracoa, con un área total de 37 ha.

Las rocas que forman el yacimiento se pueden asignar a la formación Majimiana. Se componen por rocas carbonatadas en su totalidad, representadas por calizas órgano brechosa, organógenas y órgano detríticas, calizas estratificadas de granos muy finos y en menor grado calizas margosas.

El estudio de esta secuencia de rocas fue hasta la cota + 50

El cuerpo de mineral útil es de capas de rocas de yacencia monoclinal, con un buzamiento suave, de 5 – 10 grados, y dirección noreste - sureste.

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

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

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

### **El carso en el yacimiento**

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

- Carso superficial
- Carso subterráneo

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

El volumen del carso superficial fue calculado en 10008 m<sup>3</sup>, el mismo se localiza principalmente en la parte central y suroeste del yacimiento, desarrollándose este fundamentalmente en la caliza brechosa.

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

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

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

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

### **Vegetación**

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

### **Cálculo de reservas**

Como base del cálculo de recursos de las calizas del Yacimiento Pílon, según la tarea técnica fueron tomados los siguientes parámetros:

- La utilidad de la materia prima para la producción de la piedra triturada y su utilización en las distintas ramas se evaluaron según los requerimientos de las normas señaladas en el capítulo “Característica Cualitativa del Mineral Útil”
- La utilidad anual de la materia prima para la planta es de 300000 m<sup>3</sup>/año de la masa rocosa, el plazo normativo del abastecimiento con los recursos es de 20 años. El volumen de los recursos del mineral útil de las categorías medido más indicado es no menor de 68,3 Mm<sup>3</sup> de ellos medidos 4,1 Mm<sup>3</sup>
- La profundidad de la exploración fue hasta la cota + 50
- La potencia industrial mínima del mineral útil en los pozos es no menor de 5 m.
- La potencia máxima permisible del destape en excavaciones aisladas es de 10 m.
- La proporción permisible de las rocas de destape e intercalaciones incondicionadas a la capa útil es de 1,2
- Las impurezas máximas permisibles del material de relleno cársico y de rocas débiles en la capa útil es de 20 % por los bloques de cálculo y escalones de explotación.

- La explotación del yacimiento para la cantera es por escalones no mayores de 10 m.

Por la complejidad de la estructura geológica (alto grado de carsificación de las calizas) el yacimiento Pilón pertenece al grupo II.

### **Reservas**

Recursos indicados: 4265,6 Mm<sup>3</sup>

Recursos medidos: 4131,9 Mm<sup>3</sup>

### **Esquema tecnológico y elementos principales de explotación**

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

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

En la carga de las rocas, tanto estéril como mineral se utilizará un cargador Volvo de 4,6 m<sup>3</sup> de capacidad. Existe como equipo de carga complementario, la excavadora Hitachi.

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

### **Ancho de la plataforma de trabajo.**

El ancho mínimo de la plataforma de trabajo se calcula a partir de la labor independiente de los horizontes de trabajo y de la seguridad de ubicación en estos, de los equipos de transporte minero.

Los elementos que componen la plataforma de trabajo y determinan sus dimensiones son:

B = Ancho completo de la roca volada = 15 m

C = Distancia desde el borde inferior de la roca volada hasta el camino de acceso = 1 m

a = Ancho del camino de acceso.

$A = B + C + a = 15 + 1 + 6 = 22 \text{ m}$

Los elementos de la plataforma de trabajo están señalizados en el Anexo 8.

Las rocas estériles que irán saliendo como intercalaciones, zonas cársicas rellenas con arcillas, etc., se reapilarán con el bulldózer, se carga a los camiones Belaz con el cargador y se envía para la escombrera.

Los elementos principales de explotación son:

- Altura del escalón: 11 m
- Talud del escalón en su estado de trabajo:  $80^{\circ}$
- Talud del escalón en su estado final:  $80^{\circ}$
- Ancho de la berma de seguridad: 3 m
- Ancho de la plataforma de trabajo 22 m

#### **2.1.4 Yacimiento de grava – arena del Río Sagua**

##### **Ubicación y caracterización del yacimiento**

El yacimiento de grava – arena del Río Sagua se encuentra en las márgenes del río del mismo nombre, perteneciente al municipio Sagua de Tánamo de la provincia de Holguín. En su extremo este, la yacencia mineral se encuentra ubicada en las terrazas del Río Sagua y Miguel (Afluente) tanto al sur como al norte del pueblo de Sagua de Tánamo. Las vías de acceso a todas las zonas localizadas están en buen estado a través de carreteras y terraplenes que surcan todo su valle. Estas terrazas en su mayoría están desprovistas de sembrados, en algunos casos solo frutos menores o vegetación de pequeña escala (anexo 4)

La concesión minera de este yacimiento ocupa un área 2,395 ha y tiene las siguientes coordenadas:

X: 213318 – 213800 m

Y: 665662 – 666000 m

### **Geología del yacimiento**

La grava y arena están constituidas desde el punto de vista mineralógico por fragmentos de andesitas, basalto, algunas dioritas y en mucho menor escala calizas y tobas (10-15 %).

Estos depósitos pertenecen al cuaternario reciente de la formación Río proveniente del aporte de la formación Bucoey (sedimento volcánico) y del miembro Picota de la formación Cobre (K 1-2) y en poca escala de la formación Sagua que son rocas carbonatadas del paleógeno.

Morfológicamente estas terrazas son llanas con poco cambio topográfico lo que no dificulta la explotación minera, como se ha dicho, las reservas están inundadas, cuestión esta que debe tomarse en cuenta para la proyección minera.

La zona Limba se ubica al sureste de la ciudad de Sagua de Tánamo en el margen derecho del Río Sagua aguas abajo.

La estructura geológica del yacimiento en esta zona del río está relacionada con la orografía de la región. El área está representada por la formación Río Macío constituida por cantos rodados, arena y por arcillas derivadas de la erosión fluvial y regional. En la secuencia de la formación se distinguen los sedimentos desde los periodos relativamente secos hasta los sedimentos de las perturbaciones ciclónicas.

Aquí los tipos litológicos son:

- Arcillas
- Arcillas arenosas de grano fino
- Arena poca arcillosa de grano fino medio
- Gravas de variados tamaños.

Las arenas se presentan en forma de lentes alargados, los cuales se ensanchan en los extremos. La distribución de los distintos tipos litológicos es de forma

irregular con cambios bruscos y fáciles, siendo el más predominante el tipo litológico 3 o sea la arena poca arcillosa de grano medio a fino. La grava aparece de forma aislada.

### **Hidrogeología del yacimiento**

Los resultados obtenidos (que son pobres) reflejan que estamos en presencia de un manto freático libre, condicionado por el nivel del río y sus fluctuaciones. En la zona 15 todas las reservas se consideran inundadas ya que el nivel promedio está en la cota + 9,0.

### **Condiciones de yacencia del mineral y de las rocas encajantes**

El yacimiento de grava – arena del Río Sagua se caracteriza desde el punto de vista geológico por estar constituido por una mezcla grava-arena-arcilla típica de depósitos de terrazas de río de alta capacidad de arrastre, demostrado por el alto contenido de grava que lo compone. Estos cuerpos son de forma alargada y estrecha paralelos al cauce del río, con un ancho máximo que en algunos casos alcanza los 200 m, los 250 m y los 50 m como mínimo.

Estos depósitos son aluviales de poco transporte, es decir estos sedimentos han tenido poco curso de rodamiento, por lo que el contenido de grava es elevado, el corte vertical lo componen las arcillas plásticas cuyos espesores máximo alcanzan los 2 m y aún mayores en algunos casos, después continua el material útil con pocas intercalaciones arcillosas y por debajo la arcilla plástica nuevamente como la roca encajantes.

### **Este yacimiento tiene las siguientes condiciones:**

- Forma alargada y relativamente ancha alcanzando hasta 250 m y 100 m como promedio.
- Las potencias útiles son variables desde 2,3 m hasta 9.1, m con 4,5 m como promedio
- La potencia de destape promedio es menor de 2,0 m
- La capa suprayacente está compuesta por una arcilla medio plástica, con un 15 – 20 %.

- La masa grava arenosa tiene un peso volumétrico de  $2,7 \text{ g/cm}^3$  como promedio.
- La masa útil está caracterizada por un 25 % de componentes carbonatados alcalinos y el resto por componentes feldespáticos – silícicos fundamentalmente silícicos (50 %).
- Existe una ventana negativa en la Zona 15 alrededor del pozo 237.
- Las reservas de la zona 15 son inundadas.
- De acuerdo a las características tecnológicas de zonalidades la explotación minera debe planificarse en función de la calidad
- Las intercalaciones de estériles están poco presentes en el yacimiento pero están bien localizadas y representadas en los perfiles. Están compuestas por arcillas plásticas algo arenosas y con un 10 % de grava.

## **SISTEMA DE EXPLOTACIÓN**

A partir de la experiencia acumulada y considerando los factores técnico – mineros de explotación, se mantendrá el sistema de explotación con traslado de la masa minera útil hasta la instalación industrial (Anexo 5), así como el material de destape hacia las escombreras, por camiones en el primer caso y quizás con buldócer solo, en el segundo caso, con mullido previo de las rocas a través de sus escarificadores.

Para la extracción se utilizará la dragalina y para la carga un cargador sobre neumáticos.

### **Los parámetros de explotación son:**

- Talud del escalón de trabajo =  $25^{\circ}$
- Talud del escalón inactivo =  $30^{\circ}$

Durante los laboreos hay perdidas (las que se corresponden a la generadas por el pilar fluvial) también hay incremento de reservas por minería debido a que dentro de las exigencias mineras expuestas en la tarea técnica estaba una potencia de explotación igual a 2 metros y los resultados concretos obtenidos durante muchos

años de explotación evidencian cuerpos minerales con mayores potencias, así como que en las zonas donde la potencia del cuerpo está por debajo de los 2 metros estas reservas se han extraído con resultados favorables.

## **2.2 identificación y caracterización de los impactos ambientales en los yacimientos**

En el análisis se parte de la determinación de las principales operaciones mineras que tienen implicaciones temporales.

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

### **2.2.1 Caracterización ambiental de los impactos ambientales**

El escaso conocimiento de los efectos que provoca la industria minera sobre el medio ambiente, constituye una motivación para romper definitivamente los paradigmas en el marco legal, institucional, empresarial, tecnológico y las condiciones de vida y trabajo que actualmente degradan a los ecosistemas de una zona determinada. En esta fase se realiza un reconocimiento preliminar de la situación ambiental en el sector de estudio, identificando y caracterizando los impactos ambientales resultado de la interacción de las actividades mineras sobre los factores ambientales, de tal forma que constituya un punto de partida para la valoración de estos impactos en una etapa posterior.

Tabla 2.1: Yacimiento Rio Sagua (Elaboración propia)

Yacimiento	Actividad minera	Impacto al medio ambiente
1. Rio Sagua		<b>Paisaje y morfología:</b>
	<b>Desbroce:</b>	Modificación de las características visuales del paisaje.
	<b>Destape:</b>	Cambios en la morfología.
	<b>Formación de escombreras:</b>	Disminución del atractivo paisajístico y aptitud para el recreo.
	<b>Beneficio:</b>	Modificación de las características visuales del paisaje.
		<b>Suelo y orillas del río:</b>
	<b>Desbroce:</b>	Aumento de la erosión y sedimentación
	<b>Formación de escombreras:</b>	Pérdida o alteración del suelo fértil por operaciones de excavación, construcción de caminos, acopio de material y escombreras.
	<b>Beneficio:</b>	Inestabilidad y hundimiento en las orillas. Aumento de la erosión y sedimentación.
		<b>Vegetación:</b>
	<b>Desbroce:</b>	Pérdida de la vegetación en general y la ribereña y acuática en particular. Reducción de especies ocasionada por la tala de árboles.
	<b>Formación de escombrera:</b>	Pérdida de la vegetación en general y la ribereña y acuática en particular.
		<b>Fauna:</b>
	<b>Desbroce:</b>	Pérdida de unas especies y colonización del espacio por otras de menor calidad. Desplazamiento de los animales hacia otros medios similares.

Tabla 2.2: Yacimiento Buenaventura (Elaboración propia)

Yacimiento	Actividad minera	Impacto al medio ambiente
<b>Buenaventura</b>		<b>Paisaje y morfología</b>
	<b>Desbroce:</b>	Alteraciones de la calidad visual y la fragilidad paisajista.
	<b>Formación de escombreras:</b>	Las escombreras introducen un fuerte contraste de extracción supone la eliminación de la morfología natural, que es el elemento soporte sobre el que descansa el resto de los elementos del paisaje.  Las escombreras introducen un fuerte contraste discordantes en forma y líneas (son elementos geométricos artificiales, de gran volumen en lo que dominan las líneas horizontes y los ángulos rectos), y color (contraste cromáticos entre el escombro y la vegetación del entorno), que hace que resalte desfavorablemente en la armonía del paisaje.
		<b>Geomorfología:</b>
	<b>Desbroce:</b>	Aumento de los procesos erosivos
	<b>Formación de escombreras:</b>	Las escombreras introduce un fuerte contraste discordantes en forma y líneas (son elementos geométricos artificiales, de gran volumen en lo que dominan las líneas horizontes y los ángulos rectos), y color (contraste cromáticos entre el escombro y la vegetación del entorno).
Yacimiento	Actividad minera	Impacto al medio ambiente
		<b>Suelo y orillas del río:</b>

<b>Buenaventura</b>	<b>Desbroce:</b>	Deforestación de la corteza terrestre. Disminución de la superficie terrestre. Cambio de la topografía de la zona. Eliminación directa del suelo.
	<b>Formación de escombreras</b>	Pérdida o alteración del suelo fértil por operaciones de excavación, construcción de caminos, acopio de material y escombreras.
		<b>Vegetación:</b>
	<b>Destape</b>	Eliminación total o reducción directa o indirecta de la cubierta vegetación
	<b>Formación de escombrera</b>	Pérdida de la vegetación en general
		<b>Fauna:</b>
	<b>Desbroce:</b>	Alteración del hábitat natural y desplazamiento de la fauna Pérdida de la biodiversidad
	<b>Destape</b>	Remoción de la vegetación y deforestación. Pérdida de unas especies y colonización del espacio por otras de menor calidad. Desplazamiento de los animales hacia otros medios similares
		<b>Atmósfera:</b>
	<b>Destape:</b>	Incremento en el nivel de ruidos. Disminución de la calidad del aire. Emisiones de polvo y gases generados por las labores de arranque
<b>Formación de escombreras:</b>	Disminución de la calidad del aire Incremento en el nivel de ruidos.	
<b>Carga y transporte</b>	Disminución de la calidad atmosférica por emisiones de gases, polvo y partículas.	
<b>Yacimiento</b>	<b>Actividad minera</b>	<b>Impacto al medio ambiente</b>

		<b>Agua subterráneas y superficiales:</b>
	<b>Carga y transporte:</b>	Alteración permanente de los drenajes superficiales a través de la contaminación de las aguas por residuos sólidos y líquidos. Alteración del nivel freático. Disminución en el caudal de los arroyos y ríos, lo que trae consigo trastorno en la flora y fauna.
	<b>Formación de escombreras:</b>	Incremento del nivel de sólidos en suspensión por remoción de los materiales del fondo, al realizar la extracción y por el tráfico de camiones. Alteración de la calidad del agua subterránea por variación en la infiltración. Contaminación por combustibles y lubricantes.

Teniendo en cuenta que en los yacimientos de materiales de la construcción de Holguín (Caliches y Pión) su fuente de extracción está dada fundamentalmente por calizas y en ambas se utiliza el mismo método de explotación mediante voladura sus impactos al medio ambiente son similares y estos son dichos impactos.

**Tabla 2.3:** Yacimientos Pilón y Caliches (Elaboración propia)

<b>Yacimiento</b>	<b>Actividad minera</b>	<b>Impacto al medio ambiente</b>
<b>Pilón y Caliches</b>		<b>Paisaje y morfología:</b>
	<b>Desbroce:</b>	Alteraciones de la calidad visual y la fragilidad paisajista.
	<b>Destape:</b>	Modificación de las características visuales del paisaje.
	<b>Formación de escombreras:</b>	Cambios en la morfología.
		<b>Suelo y orillas del río:</b>
	<b>Beneficio</b>	Pérdida o alteración del suelo fértil por operaciones de excavación, construcción de caminos, acopio de material y escombreras.
		<b>Vegetación</b>
	<b>Formación de escombreras:</b>	Pérdida de la vegetación en general.
		<b>Fauna</b>
	<b>Desbroce:</b>	Alteración del hábitat natural y desplazamiento de la fauna. Remoción de la vegetación y deforestación.
	<b>Destape:</b>	Alteración del hábitat natural y desplazamiento de la fauna Pérdida de unas especies y colonización del espacio por otras de menor calidad. Desplazamiento de los animales hacia otros medios similares.
		<b>Flora:</b>
	<b>Destape</b>	Reducción de especies ocasionada por la tala de árboles.
<b>Desbroce</b>	Remoción de la vegetación y deforestación	

		<b>Población:</b>
<b>Carga y Transporte</b>	y	Mejoramiento de la red de transporte. Mejoramiento de las comunicaciones.
		<b>Atmósfera:</b>
<b>Carga y transporte:</b>	y	Incremento en el nivel de ruidos. Disminución de la calidad atmosférica por emisiones de gases, polvo y partículas.
		<b>Geomorfología:</b>
<b>Desbroce:</b>		Aumento de los procesos erosivos

### Conclusiones parciales

- La caracterización de la industria de materiales de construcción de Holguín permitió determinar los principales elementos de las canteras que pueden ser afectados durante la explotación de las mismas.
- La identificación de los principales impactos negativos presentes en las canteras de materiales de construcción de la provincia de Holguín, plantea la necesidad de que se proponga un plan de manejo ambiental en dichas canteras para lograr una minería responsable.

## **CAPÍTULO III. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LAS CANTERAS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA PROVINCIA DE HOLGUIN**

### **3.1 Introducción**

El objetivo de este capítulo es diseñar un plan de manejo ambiental para evitar o reducir el impacto producido durante la vida útil de las canteras. Para esto tenemos 2 grupos de canteras según su método de arranque, el yacimiento “Los Caliches”, El Pílon y Buenaventura, que se explotan con el método de perforación y voladura, y el yacimiento Río Sagua que se explota por el método de explotación mecánico.

### **3.2 Plan de manejo para los yacimientos Buenaventura, Los Caliches y El Pílon**

#### **3.2.1 Manejo para la protección de la atmósfera**

##### **3.2.1.1 Manejo de Material Particulado y Gases**

El material particulado producido en la actividad minera, se genera durante la extracción a cielo abierto, la manipulación del mineral extraído, el transporte por vías sin asfalto, o en la remoción de tierras. El material particulado emitido, conocido comúnmente como polvo, se presenta en tamaños que varían entre 1 y 1000  $\mu\text{m}$  y su composición química cambia de acuerdo a las características del material del cual se desprende. Debido a su densidad y a la velocidad de sedimentación se deposita sobre la vegetación y en la superficie terrestre por la acción de la gravedad.

El polvo causa serias molestias a las personas que se encuentran expuestas a los niveles de inmisión habituales de una explotación minera, y puede desencadenar en ellas enfermedades tales como la silicosis y la asbestosis. De igual forma, puede ocasionar molestias a las comunidades que se encuentran dentro del área de influencia de la operación, pues la calidad del aire respirable. La vegetación se afecta seriamente porque la deposición de polvo sobre su superficie foliar,

obstruye su capacidad de intercambio gaseoso y de captación lumínica, lo que incide directamente en una baja en la actividad fotosintética.

Frente a los problemas ambientales que causan los materiales particulados y la emisión de gases, se podrán en marcha las medidas preventivas, mitigadoras y correctoras, planeadas que sean necesarias, De acuerdo a las condiciones de cada proyecto se implementará el monitoreo y el sistema a emplear.

## **MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL**

1. Planear la ubicación de patios de acopio y áreas de servicio (infraestructura de soporte) en sitios estratégicos que queden por fuera del área de influencia de las fuentes de emisión de polvo, utilizando como criterio básico la dirección dominante de los vientos. Esta actividad deberá ejecutarse durante la fase de desarrollo del proyecto.

2. Durante la preparación de la voladura se deberán retirar de la superficie los detritus de la perforación y, utilizar para el retacado, material granular de préstamos, tacos de arcilla o tacos hidráulicos, si se trata de barrenos especiales.

3. Para el tránsito de vehículos (camiones, equipo pesado y vehículos de servicio) se implementarán métodos de control de velocidad (señalización, instrucciones y reductores de velocidad), campañas educativas para las personas vinculadas al proyecto minero, incluso el personal directivo; y riego de vías y el frente de arranque expuestos al viento .En la tabla 3.1 se presenta la síntesis de algunas medidas de prevención contra la emisión de polvo según la fuente.

Sugerencias para el material particulado y gases generados para el caso de la perforación y voladura.

- Se debe exigir a los trabajadores mineros usar respiradores contra polvo durante, e inmediatamente después de la operación efectiva de voladura.
- Se debe humedecer completamente el montón de roca volada antes y durante las operaciones de excavación
- Las voladuras bien controladas deben generar poco polvo, por lo tanto, las prácticas de voladuras deben estar bajo manejo técnico y prácticas estandarizadas.

Sugerencias para reducir el flujo de aire producido por la voladura:

- Deberán evaluarse las opciones técnicas más efectivas para hacer las voladuras, en cuanto al uso de tacos, las condiciones geológicas, la perforación de los taladros, uso de retardos y otros aspectos propios de la disposición de cargas explosivas.
- Se deben evitar los disparos a primeras horas de la mañana, al finalizar la tarde o en la noche, o cuando haya grandes probabilidades de que ocurra inversión de temperatura. El viento fuerte puede incrementar el chorro de aire con las voladuras.

Tabla 3.1 medidas de prevención contra la emisión de polvo según la fuente

Fuente	Medidas
Pilas de minerales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humectación de pilas</li> <li>• Cubrimiento de pilas</li> <li>• Instalación de barreras rompevientos para patios de acopio</li> <li>• Aplicación de agentes químicos que forman costras superficiales</li> </ul>
Puntos de transferencia y manipulación de mineral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación de barrera mecánica/física o presión negativa de cierre</li> <li>• Implementación de inyectoros de agua con o sin espuma</li> <li>• Instalación de captadores de polvo (ciclones, filtros y precipitadores electrostáticos)</li> </ul>
Escombreras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación de pantallas rompevientos</li> <li>• Implantación de vegetación</li> <li>• Empleo de estabilizadores</li> </ul>
Vías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento continuo de las vías.</li> <li>• Regulación de la velocidad de circulación de</li> </ul>

	<p>vehículos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revegetación de áreas adyacentes a las vías de transporte</li> <li>• Limitación de los cruces de vías</li> <li>• Reducción del número de tajos con voladuras</li> <li>• Sustitución de los camiones por bandas transportadoras</li> <li>• Reducción del tiempo entre las fases de explotación y restauración</li> </ul>
--	---

### 3.2.1.2 Manejo del Ruido

Existen tres maneras diferentes de reducir el ruido: disminuir la fuerza de la fuente con el rediseño o reemplazo, modificar la ruta de propagación con el uso de pantallas, encerramiento, etc. y proteger o aislar al receptor. El método más efectivo y utilizado para control técnico del ruido es la reducción de la fuerza de la fuente.

#### MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL

Para prevenir y mitigar el impacto por ruido se cumplirán las siguientes medidas:

- Se aplicarán medidas para disminuir el ruido en la fuente de origen, como la colocación silenciadores y mantenimiento sistemático de maquinarias y equipos involucrados, asimismo, se implementarán pantallas naturales que reducirán el área de influencia de los impactos por ruido.
- Se dotará al personal de elementos de protección auditiva como complemento a los métodos primarios de reducción de ruido, más no como sustitutos de éstos.
- Se monitoreará sistemáticamente los niveles de ruido dentro de la cantera, para determinar los sitios críticos y con ello diseñar los sistemas

de insonorización de acuerdo a la dinámica del medio.

- Se realizará un mantenimiento preventivo a las maquinarias y equipos generadores de ruido.
- Se creará barreras acústicas perimetrales que aíslen las instalaciones que son fuente de ruido. Donde sea posible las barreras deberán ser de material vegetal para armonizar con el entorno.
- Se exigirá la instalación de silenciadores de escapes y sistemas de amortiguamiento de ruidos en el equipo accionado por motores incluyendo: equipo pesado, camiones, bombas, compresores, taladros y maquinaria de construcción.
- Se exigirá silenciadores y sistemas que permitan el control de los niveles de ruido, dentro de los valores establecidos en la legislación ambiental para cada una de las subzonas encontradas en el área de generadores eléctricos de emergencia, plantas eléctricas y cualquier otro equipo identificado como fuente fija de generación de ruido.
- Los niveles máximo de ruido permisible según uso del suelo en zona industrial es de 70 dB de 06h00 a 20h00 y 75 dB de 20h00 a 06h00
- En las áreas rurales cercanas a las canteras, los niveles de presión sonora corregidos que se obtengan de una fuente fija, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor, no deberán superar al nivel ruido de fondo en diez decibeles A [10 dB(A)].
- Los niveles de presión sonora máximo para vehículos de cargas es de 88 dB.

#### Sugerencias para los impactos por ruido generado en la voladura

- Reducir la cantidad de explosivos detonados en periodos cortos de tiempo
- Usar sistemas de retardo apropiados cuando se inicia una explosión
- Exigir que todos los empleados, dentro del área de voladura de las minas empleen protección auditiva durante las operaciones efectivas de voladura.

### **3.2.2 Manejo de Suelo**

Es necesario conservar la cobertura vegetal de desmonte para que aporte la materia orgánica a la capa superficial del suelo. Puede ser conveniente el aporte de materia orgánica a capas menos orgánicas, que quedan expuestas luego de la explotación minera, ya que allí existe material estéril para el crecimiento vegetal. Se deben generar las condiciones para que el suelo inicial sea conservado de una manera adecuada en pilas que permitan su protección contra la erosión y su posterior reutilización.

Para llevar adecuados procesos de manipulación, almacenamiento y restauración es importante tener en cuenta estas características, pues se debe tratar de conservar al máximo la composición original del suelo, así como sus procesos. Algunas recomendaciones para el manejo del suelo son:

- Es necesario tener una línea base de las características físico - químicas y biológicas del suelo antes de iniciar procesos de descapote y almacenamiento del suelo. Esta línea base servirá como punto de control para el manejo del suelo en la restauración.
- Se deben definir los sitios para el apilamiento de los suelos con suficiente anticipación a la remoción de los mismos. En lo posible, deberán ubicarse circundando la explotación, en sitios que no vayan a ser minados, para que actúen a su vez, como pantalla visual.
- Para el almacenamiento de suelos se deben establecer pilas con formas apropiadas y ajustadas al espacio disponible, teniendo presente no acumular demasiado suelo en un mismo sitio, ya que con alturas excesivas en el suelo más interior, se inhibe la capacidad de intercambio gaseoso y la posibilidad de conservar la microfauna, con lo cual su estructura y enriquecimiento orgánico se verían seriamente afectados por la generación de condiciones anaerobias.
- Remover el suelo del área que se va a descapotar para minería evitando su contaminación y trasladarlo posteriormente al sitio de apilamiento en donde deberá controlarse el paso excesivo de los camiones, con el fin de evitar la compactación de los suelos y así, preservar su estructura.

- Hacer cerramiento de la pila e instalar una valla o señal informativa, en la cual se indique que se trata de suelo recuperado para actividades de restauración, y se especifique el código de identificación que se maneja dentro del inventario de suelos.
- Para hacer conservación y manejo del suelo en pila en forma económica, se recomienda la aireación periódica por volcamiento, cuando no se haya revegetado su superficie, o la implantación directa de una cobertura herbácea resemebrada para su protección que evita la migración y pérdida de material por acción de la lluvia y el viento. Estas medidas generan condiciones favorables para el mejoramiento del drenaje interno de la pila y la formación de un nuevo sustrato húmico.
- Frente a la posibilidad económica de mejoramiento de las pilas de suelo, se puede adicionar estiércol vacuno, ya que enriquece el contenido de materia orgánica, y facilita posteriores procesos de restauración.
- Los suelos con problemas de acidificación pueden ser neutralizados con adición de cal o aislados del flujo hidráulico, colocándolos a profundidad suficiente y sobreponiendo una capa de suelo con una vegetación adecuada.
- Los suelos apilados deberán examinarse, para determinar su textura, riqueza orgánica, sustancias minerales y pH, con el fin de realizar las correcciones necesarias para adaptarlo al hábitat de la vegetación a implementar.
- Las correcciones de minerales se realizarán mediante la adición de abonos en cantidades determinadas por los análisis efectuados.

Sugerencias ante las vibraciones del macizo rocoso:

- Reducir el peso de explosivos por retardo. Cualquier disminución en la cantidad de explosivo a través de diámetros menores de taladro, alturas reducidas de banco y/o separación de las cargas explosivas reducirá la probabilidad de daños.
- Usar retardos más prolongados, donde las condiciones geológicas en conjunción con el sistema de iniciación, lo permitan

- Limitar el confinamiento de explosivos a la roca de lecho, si se puede remover la sobrecarga por otros medios.
- Reducir el número de voladuras mediante el uso de tiros más grandes.

### **3.2.3 Manejo del paisaje y morfología**

Para minimizar la pérdida del paisaje se deberán de prever las medidas siguientes:

- El diseño de acabado de todas las obras se ajustará a la morfología y color del escenario ecológico circundante.
- Las áreas intervenidas al finalizar la construcción deberán ser saneadas y adecuadas a la morfología local y revegetadas con las mismas especies arbustivas nativas del entorno
- En los caminos de acceso se deberá de plantar especies arbustivas nativas, para conservar y proteger esta especie.

### **3.2.4 Protección al agua superficial y subterránea**

- Creación de sistemas de drenaje, generales para la recogida de las aguas externas a la zona, y particulares para cada escombrera o talud importante.
- Reducción de las pendientes de los taludes de escombreras y excavaciones para disminuir la velocidad y, por tanto, la capacidad erosiva de las láminas de agua.
- Aislamiento de materiales fácilmente disgregables y contaminantes, cubriendo con otros materiales procedentes de la propia explotación.
- La salida de rocas del área de voladuras se evita asegurando cargas explosivas adecuadas y distancias suficientes a sitios que pueden ser afectados.
- Los operadores de perforación deberán registrar las velocidades anormales de penetración de perforaciones y otros eventos anormales.

### **3.2.5 Manejo de la geomorfología**

#### **3.2.5.1 Manejo de Estériles y Escombros**

Los estériles generados en la actividad minera y en las excavaciones para infraestructura deben disponerse en sitios especiales, debidamente protegidos de la dispersión y el arrastre su ubicación debe estar definida desde la planeación. Además, deberán evaluarse las alteraciones que puedan producirse sobre el medio natural, por los cambios en el régimen de escorrentía superficial, la pérdida de suelo, las alteraciones geomorfológicas, la eliminación de hábitats animales, la aceleración y aumento de procesos erosivos y la integración de las estructuras al entorno, una vez se hayan restaurado los terrenos.

Es importante tener en cuenta la lejanía de las escombreras a los núcleos poblacionales; los cambios en el patrón de uso de las tierras y las afectaciones potenciales del recurso agua para atender las necesidades de irrigación e, incluso, de consumo humano (desviación y/o contaminación de fuentes de agua y alteración de la disponibilidad del recurso en términos de cantidad y de calidad

En general, para el manejo de escombros y estériles se tendrán en cuenta las siguientes medidas:

- Antes de iniciarse la construcción del Proyecto, el concesionario deberá establecer el sitio donde podrá disponer los residuos generados durante las excavaciones, bien sea en una escombrera legalizada ante las autoridades ambientales, en una de su propiedad o en área en la cual se ejercite una servidumbre.
- Disponer el material estéril de acuerdo a los requerimientos de escombreras establecidas en los planes de minería y a los beneficios económicos y ambientales que plantea el manejo de grandes volúmenes de material.
- Insertar, a partir de la fase de desarrollo de la explotación, el concepto, diseño, ejecución y manejo de las escombreras, con el fin de iniciar el proceso de restauración desde las fases tempranas de producción del proyecto minero.
- Proyectar las acciones de adecuación y manejo de escombreras para restauración, con el fin de aprovechar los costos de oportunidad que plantea el manejo de estériles desde las fases tempranas del proyecto minero.

- Para establecer los sitios de las escombreras se deben tener en cuenta la zonificación ambiental, evitando las áreas más sensibles, que el sitio permita la disposición de los escombros de una manera económica y que se puedan minimizar los efectos del impacto ambiental.
- El tamaño y la forma de las escombreras estará determinado por el volumen de estéril que se removerá para la extracción del mineral. Tal cantidad de material dependerá no solamente de la estructura geológica del yacimiento y de la topografía del área, sino también del valor económico del mineral y de los costos de extracción del estéril. En relación con las formas naturales del terreno, las escombreras pueden ser de hondo-nada, de ladera, de divisoria y de llanura, pudiéndose presentar, combinaciones de algunas de estas formas.

De otra parte, la forma de las escombreras depende no sólo de la morfología del terreno, sino también de los equipos mineros de transporte y vertido.

- Para el diseño de las escombreras existen varios tipos de conformación: vertido libre, fases adosadas, dique de pie y fases superpuestas.

### **3.2.5.2 Control de La Erosión**

En los lugares de pendiente alta, donde la vegetación y el suelo son removidos para la realización de obras como vías, terraplenes o bancos, se puede presentar formación de distintos tipos de taludes. Algunos de ellos pueden inducir procesos de desprendimientos masivos. Para evitar la erosión se debe minimizar el contacto directo del agua con el suelo descubierto, mediante la implementación de medidas de carácter constructivo y biótico

Para tal efecto, se deben construir obras de contención, como trincheras permanentes, gaviones, cunetas, drenajes, alcantarillas, entre otras. Sin embargo, no sólo debe contemplarse la obra técnica, sino también acciones que recuperen la cobertura vegetal y su función ecológica cuando la pendiente y el nivel de humedad lo permitan.

Para la revegetalización de taludes se deben combinar las condiciones físicas y la perturbación que se tiene del talud, ya que la ladera expuesta recoge toda la

escorrentía superficial de la ladera superior y la conduce hacia partes inferiores, donde se ubican cunetas y calzadas. Es por esto que los suelos de las cunetas tienen una humedad más alta y constante que las laderas adyacentes. En consecuencia, la vegetación en las zonas más bajas del talud, debe coincidir con la vegetación de márgenes de ríos y quebradas.

En el talud se deben definir muy bien las cunetas y vías de drenaje. De lo contrario la escorrentía abrirá sus propias vías para proseguir su camino hacia sitios más inferiores, acarreando saturación del terreno y abriendo posibles boquetes y desplomes. Si estos últimos se presentan, se deben remover porque sepultan el suelo original y parte de la vegetación de la ladera inferior.

Las especies vegetales que se planten, deben seguir el patrón de bosques de la zona, o ser sugeridas por la autoridad ambiental o por guías técnicas de restauración de bosques a nivel regional o nacional. En todo caso se deben evitar plantaciones monoespecíficas (una o pocas especies), y prevenir las combinaciones de especies que estén en correspondencia con las condiciones edáficas y climáticas.

#### Consideraciones especiales sobre las obras de drenaje

- Cuando las cunetas y demás obras de drenaje de la cantera confluyan directamente a un río o a una cuenca, se deberán proveer obras civiles que permitan la decantación de sedimentos. Los drenajes deben conducirse siguiendo la menor pendiente hacia cursos naturales protegidos.
- Se deben construir obras civiles de protección mecánica para el vertimiento de las aguas, como estructuras de disipación de energía a la salida del terreno para evitar la erosión.
- En zonas donde se presenten situaciones desfavorables debido a la presencia de aguas subterráneas, y particularmente cuando la roca es muy susceptible a los procesos de erosión y degradación o se encuentra suelta, es conveniente la implementación de métodos de drenaje de tipo superficial o subterráneo, que mejoren de manera sustancial la estabilidad del talud.

- El concesionario minero debe tomar las medidas necesarias para garantizar que cemento, limos, arcillas o concreto fresco, no tengan como receptor final los lechos o cursos de agua.

### **3.2.6. Manejo de Fauna y Flora**

La explotación minera ocasiona fuertes impactos ambientales sobre las comunidades de fauna y flora. Las formas más comunes de manejo ambiental inician con el diseño de un plan de conservación de las mismas. Se presenta a continuación una serie de medidas específicas de manejo, de los componentes fauna y flora, frente a su afectación y recuperación:

- La mejor manera de manejo ambiental para las comunidades de fauna y flora es evitar su afectación y uso de bosques naturales. Cuando es inminente la afectación de estos hábitats, se deben implementar medidas protectoras para los fragmentos de bosque que no sea necesario intervenir, de tal forma que se conviertan en refugios biológicos o en corredores de fauna. Igualmente pueden darse otras medidas compensatorias como rescate de individuos vegetales (semillas y plántulas) y animales (aves, anfibios, reptiles y mamíferos).
- El manejo del componente biótico para los sitios degradados por la explotación minera, inicia con la recuperación del suelo, a partir del aporte de materia orgánica y del manejo de su humedad correspondiente. Estas medidas son básicas para que el suelo recupere su estructura y función como sustrato de la vegetación.
- Para realizar la recuperación de la cubierta vegetal, no necesariamente debe pensarse en especies vegetales arbóreas, sino tratar de imitar los patrones espaciales y temporales que exhibe la vegetación de la zona a restaurar. Esto no sólo se orienta hacia el tipo de especies de cada una de las zonas, sino también a sus combinaciones más exitosas de especies y formas. Es importante anotar que los ecosistemas naturales no son masas homogéneas de árboles, tal como lo es una plantación forestal.
- La reforestación, es una medida de recuperación de la cubierta vegetal. Que debe realizarse bajo la asesoría de expertos en restauración de bosques, ya

que existen muchos tipos de zonas de vida, con formaciones vegetales y comunidades de fauna y flora diferentes por lo tanto. No se trata de establecer bosques, sino de potencializar su función ecológica.

- El proceso de recuperación de la cubierta vegetal lleva tiempo y presupuesto. No sólo se trata de seleccionar especies y plantarlas con las densidades y combinaciones sugeridas, sino que se debe hacer mantenimiento de las mismas como podas de crecimiento, sanidad vegetal, y replanteo, si es necesario, durante el tiempo que requiera para su autosostenimiento.
- Una vez se establecen algunos centros de formaciones vegetales, y se esté monitoreando su crecimiento, se debe tratar de eliminar los factores perturbadores, para que pueda ser gradualmente colonizada por comunidades faunísticas (avifauna, insectos, reptiles y anfibios).
- Las charcas y pozos que quedan por un pit, se pueden convertir en hábitats acuáticos. Inicialmente se van colonizando por pastos acuáticos (Cyperaceas, Ninfáceas etc.) y luego por avifauna acuática, que puede encontrar allí sitios de nidación y refugio. En este caso se debe hacer un registro de la diversidad en función del tiempo y un registro visual de las áreas colonizadas y su progreso. Con una asesoría de la autoridad ambiental se podrá determinar si esta puede ser una alternativa de recuperación de comunidades de flora y fauna.

### **3.3 Plan de manejo ambiental para el yacimiento de grava-arena del río Sagua**

#### **3.3.1 Protección de la atmósfera: ruido, calidad del aire.**

- Control del polvo durante la perforación.
- Mejoramiento de las vías de acceso al yacimiento y cumplimiento del régimen de velocidad de circulación establecido para los vehículos.
- Regar periódicamente los caminos con agua o disoluciones salinas.
- Estudiar rutas alternativas de transporte en zonas próximas a las áreas habitadas.
- Realizar un mantenimiento preventivo adecuado y recubrir de goma los elementos metálicos que sufren los impactos de las rocas.

### **3.3.2 Protección al agua superficial y subterránea**

- No permitir el lavado de equipos de transporte y maquinarias en el río, y evitar el derrame de sustancias combustibles y lubricantes.
- Creación de sistemas de drenaje, generales para la recogida de las aguas externas a la zona, y particulares para cada escombrera o talud importante.
- Reducción de las pendientes de los taludes de escombreras y excavaciones para disminuir la velocidad y, por tanto, la capacidad erosiva de las láminas de agua.
- Aislamiento de materiales fácilmente disgregables y contaminantes, cubriendo con otros materiales procedentes de la propia explotación.

### **3.3.3 Protección a la geología y geomorfología**

- Diseño de un modelado en la recuperación que permita la utilización productiva y ecológica del terreno una vez explotado
- Extraer la capa de 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 y emplear gaviones en los lugares más críticos para evitar la erosión y el derrumbe de las riberas.
- Evitar ubicaciones de escombrera en zona con peligro de hundimiento.

### **3.3.4 Protección al paisaje**

- Plantación de árboles y arbustos que actúen como pantallas visuales
- Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a lo natural. Utilizar los productos de las excavaciones para rellenar en otros lugares
- Buscar un uso alternativo de los estériles y materiales no aprovechables.

### **3.3.5 Protección a la fauna y flora**

- Reducir al mínimo las áreas por desbrozar.

- Promover la revegetación entre las organizaciones sociales y de masa 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.
- Propiciar con medidas complementarias el retorno de los representantes de la fauna del territorio.

### **3.3.6 Protección a la población**

- Disposición de carteles indicadores de peligro
- Ubicar las tomas de agua para uso y consumo de la población fuera de la zona de influencia de la extracción, y facilitar a la comunidad afectada los medios para la instalación y acopio de agua potable.
- Apoyar la implementación de un programa de educación para la salud respecto al agua de consumo.

### **3.3.7 Protección al suelo y orillas del río**

- Extraer la capa de 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.

## **3.4 Plan de Monitoreo y Seguimiento Ambiental**

Este plan contempla el mantenimiento del control y monitoreo de las fuentes contaminantes y los factores ambientales más contaminados por el proyecto y servirá para:

- Verificar los impactos reales que se produzcan.
- Comparar estos impactos con las previsiones realizadas.
- Intervenir rápidamente si las afectaciones sobrepasan los límites permisibles.
- Retroalimentación de los propios estudios ambientales

A tales efectos se controlará la evolución en el tiempo de los diferentes parámetros que caracterizan la calidad ambiental y especialmente de aquellos pertenecientes a las variables señaladas como críticas por su marcada sensibilidad ante proyectos de este tipo como son:

- Las aguas superficiales.
- El suelo y tierra.
- La biodiversidad
- El paisaje

#### **3.4.1. Monitoreo de las Aguas Superficiales**

Para el desarrollo del proyecto en estas zonas, es imprescindible preservar ante todo la calidad de las aguas de acuerdo con los requerimientos de las normas establecidas y las exigencias de las Listas Internacionales ante este factor ambiental.

Es recomendable mantener un sistemático monitoreo sobre los afluentes de la zona y establecer los puntos de muestreos en lugares claves. Las normas internacionales plantean analizar las propiedades físicas y químicas con una periodicidad de muestreo de 2 a 4 veces al año para las fuentes superficiales, por lo que se sugiere en este caso hacer un monitoreo trimestralmente. Para el caso de los ensayos bacteriológicos, se deben de tomar muestras con una periodicidad según la norma internacional y la guía de calidad de agua potable que sugiere la OMS.

#### **3.4.2. Monitoreo del Suelo**

Mantener el seguimiento del comportamiento de la calidad del suelo mediante inspecciones periódicas. En los sectores donde se presentan fenómenos erosivos se deben de tomar medidas para evitar el proceso de destrucción y acarreo.

#### **3.4.3. Monitoreo de la Biodiversidad**

Es fundamental mantener el control acerca de si se producen deterioros de la biodiversidad. Para ello hay que chequear antes de que se produzcan los

desmontes y desbroces para la explotación proyectada, el inventario florístico de las áreas afectadas y comprobar si existen en otras áreas que no serán impactadas por estas obras en el caso de tratarse de especies endémicas y proceder a transplantarlas en otras áreas que se escogerán al efecto. Se debe establecer un programa de monitoreo de impactos sobre la vegetación.

En el caso de la fauna hay que trabajar con grupos indicadores, preferiblemente de vertebrados (aves, reptiles), con los cuales se harán estudios de población que permitan conocer si aumenta o disminuye la riqueza de especies, si hay afectaciones en las cadenas alimentarias y si se producen migraciones.

El monitoreo de la biodiversidad debe efectuarse como mínimo 2 veces al año, aunque en el caso de las aves migratorias debe de tenerse en cuenta la fecha de estancia en ese territorio.

#### **3.4.4. Monitoreo del Paisaje**

Es preciso ser cuidadoso al mantener las distintas unidades del paisaje con las vistas panorámicas y la naturaleza, por lo cual debe estarse alerta continuamente ante cualquier acción, ya sea intencional o no que conlleve fuertes alteraciones del paisaje.

Ser particularmente celosos e intransigentes ante la ejecución de desbroce, la construcción de escombreras y vertederos de desechos, así como, con la construcción ilegal de edificaciones precarias por parte de la población.

El monitoreo del paisaje puede efectuarse a través de fotografías en serie o video de las áreas seleccionadas por su singularidad e interés estético con una periodicidad trimestral durante la etapa constructiva y semestral para la etapa de explotación.

#### **3.4.5 Programa de seguimiento y/o vigilancia ambiental**

El Programa de Seguimiento y/o Vigilancia Ambiental (PVA) constituye un documento técnico de control ambiental que permitirá garantizar el cumplimiento de las medidas estipuladas en los Programas de Prevención, Corrección y Mitigación, a fin de lograr la conservación y uso sostenible de los recursos

naturales y el ambiente durante la explotación de la cantera, construcción y funcionamiento del acceso proyectado. Para ello durante la etapa de explotación y construcción se deberán cumplir los siguientes objetivos:

- Señalar los impactos detectados en el Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) y comprobar que las medidas preventivas o correctivas propuestas se vienen realizando y son eficaces.
- Detectar impactos no previstos en el EIAS, y proponer las medidas correctoras adecuadas y velar por su ejecución y eficacia.
- Comprobar y verificar la ocurrencia de los impactos previstos.

### **Operaciones de vigilancia ambiental**

Para el cumplimiento de los objetivos de PVA será necesario realizar un control de aquellas operaciones que, según el EIAS, podrían ocasionar mayores repercusiones ambientales.

En este sentido, las acciones que requerirán de control son las siguientes:

- La ubicación de las instalaciones del patio de máquinas en zonas de baja vegetación. Sin un manejo adecuado, estos emplazamientos pueden convertirse en focos de vertido de materiales tóxicos o nocivos.
- El movimiento de tierras a lo largo del acceso proyectado, en la cantera y depósitos de material excedente, que afectará el relieve y el paisaje del lugar así como la generación continua de polvo.
- La fase de cierre incluyendo aquellos trabajos que permitan dar por finalizada una determinada operación de obra.
- El manejo de residuos sólidos y lubricantes usados. Estos deberán depositarse en los lugares previamente seleccionados para ello.

La ejecución del PVA se realizará mediante los coordinadores ambientales presentados en el organigrama de SSMA. Estos inspeccionarán las actividades de explotación de la cantera y construcción del acceso permanente. El coordinador asesorará al contratista, estableciendo comunicación directa, que le permita cumplir con los estándares ambientales y resolver cualquier incumplimiento o situación imprevista

## **CONCLUSIONES:**

- Se realizó una caracterización desde el punto de vista minero - ambiental a los yacimientos de materiales de construcción de la provincia de Holguín.
- Se identificaron los impactos negativos que se producen en las canteras de materiales de construcción de la provincia Holguín.
- Se elaboró el plan de manejo ambiental para las canteras de materiales de construcción de la provincia Holguín.

## **RECOMENDACIONES:**

1. Presentar el resultado de este estudio y la propuesta del plan de medidas ante el Consejo de Dirección del Grupo Empresarial de la Construcción del MICONS de Holguín para su aprobación y posterior puesta en práctica.
2. Tener en cuenta los resultados de esta investigación para la elaboración del Sistema de Gestión Ambiental del Grupo Empresarial de la Construcción del MICONS de Holguín.

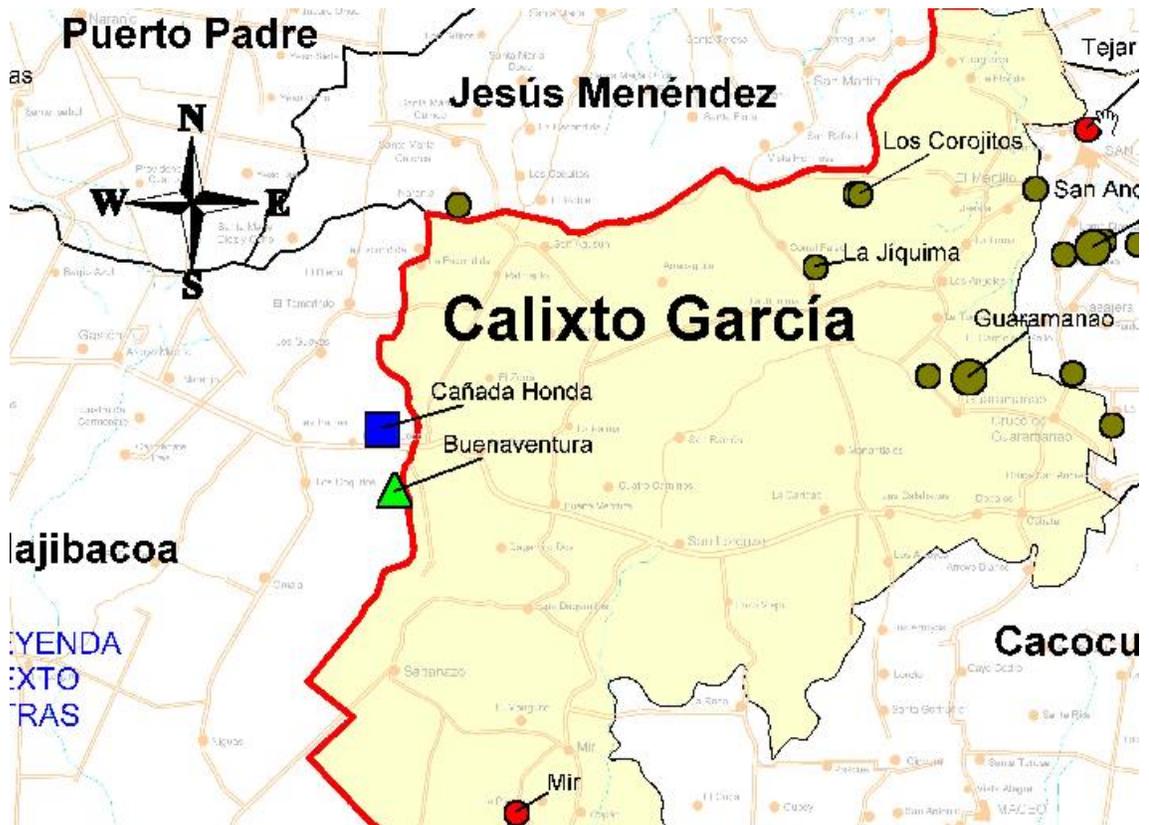
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilera I, 2003. Estudio del impacto ambiental ocasionado por la explotación del yacimiento fluvial de arena y grava “Río Nibujón”.
2. Alcaide; 2010 “Caracterización de la industria extractiva de materiales de la construcción en la provincia Santiago de Cuba”
3. Anguera (2005), en el Plan de restauración de una cantera de caliza en Valencia
4. Bradshaw, A.D. 1993 Restoration of mined Lands-Using Natural Processes. Ecological Engineering. Vol 8. Pp. 255-269.
5. Canut Montesinos, A. 2007 Plan de restauración, recreación y adecuación ambiental de una cantera de piedra caliza en Yepes (Toledo). Tesis de grado.
6. Carbonell Veja, F. 2003. Evaluación del impacto ambiental que se genera durante la explotación del yacimiento la Yaya y en el proceso industrial de la calera.
7. Castillejo Moreno, J. M. 2009, Ingeniería ecológica de la rehabilitación de escombreras en canteras de yeso en el sureste peninsular(Los Yesares, Sorba, Almería).
8. Delgado (2009) En el Plan de restauración, Proyecto de ampliación de explotación de Lapilli en “Cantera Ta” (Lomo Camacho).
9. Díaz Muñoz, B. 2009. Proyecto de recuperación del yacimiento “Carbonato Tanque Viñas. Tercera Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Geociencias´2009. III Congreso de Minería. MINIMETAL: Cierre de Minas y Rehabilitación ambiental
10. Espinoza G. (2007) gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Santiago de Chile.
11. Fernández 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; 1998.

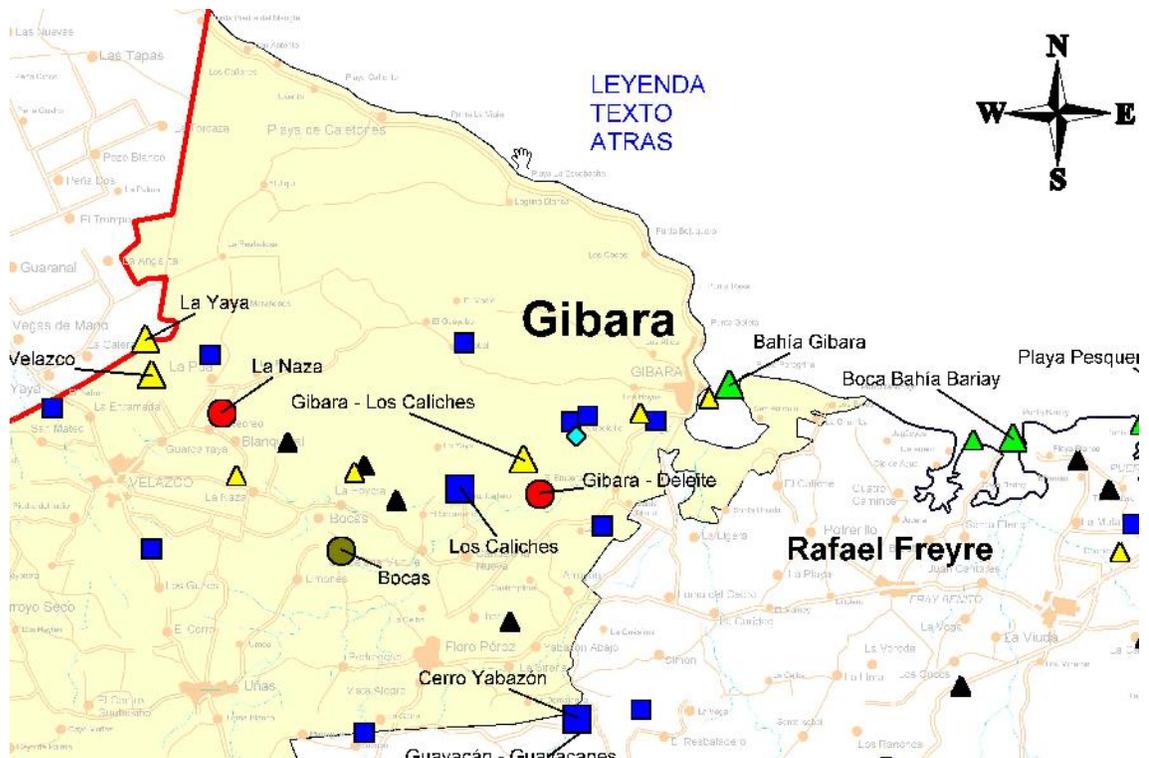
12. Ferney (2006). Diseño del plan de manejo y recuperación ambiental para la cantera pozo azul del cantón sur; ejército nacional (localidad de tunjuelito)
13. Ferrer Modolell. A. E. 1996. Restauración de impactos mineros en zonas semiáridas: el ejemplo de la provincia de Granada Revista Geogaceta.
14. Francisco, 2003 Evaluación del impacto ambiental.
15. García (2008) artículo Restauración de canteras para su aprovechamiento como vertederos,
16. Gobierno de La Rioja. 2006. Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos (ANEFA). Manual de restauración de minas Cielo Abierto.
17. Gómez L. 2005. Caracterización de la industria extractiva de Materiales de la Construcción de la provincia de Santiago de Cuba.
18. Guererro Almeida, D. 2002. Evaluación y recuperación ambiental del ecosistema dañado por la explotación del yacimiento Tibaracón del Toa, Guantánamo, Cuba.
19. Harberer(2005) .Guía de manejo ambiental para minería no metálica
20. Ley 76. Ley de Minas. 1994. La Habana.
21. Ley 81. Ley de Medio Ambiente. 1997. La Habana.
22. Mamin Alí, M. 2003. Proyecto de Rehabilitación del Yacimiento de Arena “Dorados II”, Sector Bambá. Tesis de grado.
23. Montes de Oca A. 2012 Recuperación de áreas minadas de canteras de materiales de la construcción de Santiago de Cuba;
24. Paris Solanilla M. 2009 Proyecto de restauración de la cantera “El Pascol” en el término municipal de Caldes de Montbui. Tesis de Maestría.
25. Parra Alemán, J. 2003. Estudio del impacto ambiental provocado por la explotación minera en la cantera del yacimiento Los Guaos. Tesis de grado.
26. Parrotta y Knowles 2001. Reclamation of drastically disturbed land. In: SYMPOSIUM OHIO, 1, Wooster. Proceedings. Wisconsin: American Society of Agronomy, p.3 -5.

27. Pouns Álvarez A. 1985. Recuperación de zonas devastadas por los trabajos mineros. Revista Tecnológica. Vol. XV, Geología No1, mayo. 1985
28. Proyecto de explotación 2007-2011 del Grupo Empresarial de la Construcción del MICONS
29. Riverón Matos H. 2003. Propuesta de un plan para la rehabilitación de las áreas degradadas por la extracción de arena en la cuenca hidrográfica Sagua- Miguel. (Sector La Plazuela). Tesis de maestría.
30. Ulloa Carcassés, M. 2004. Rehabilitación de áreas en desuso del yacimiento de rocas ornamentales "Rosado del Río" provincia Granma
31. Yazbek Bitar O. 2006. Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo: Matas Ciliares do interior paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, Barbosa.

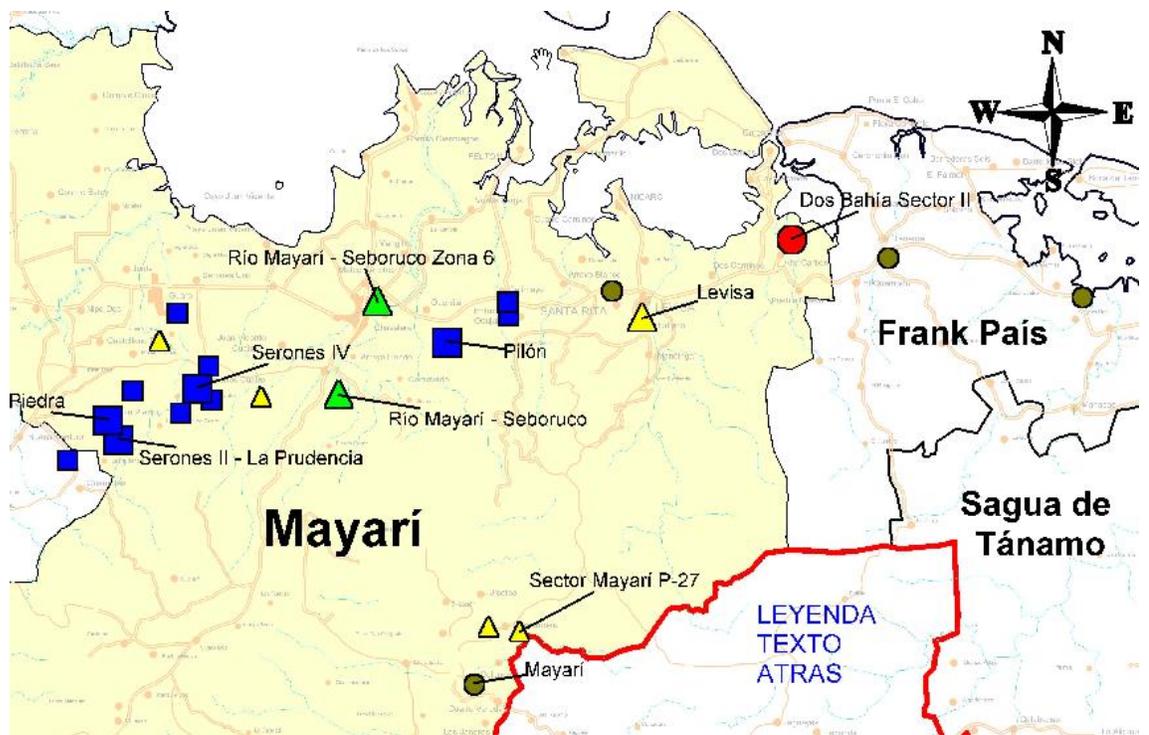
## ANEXOS



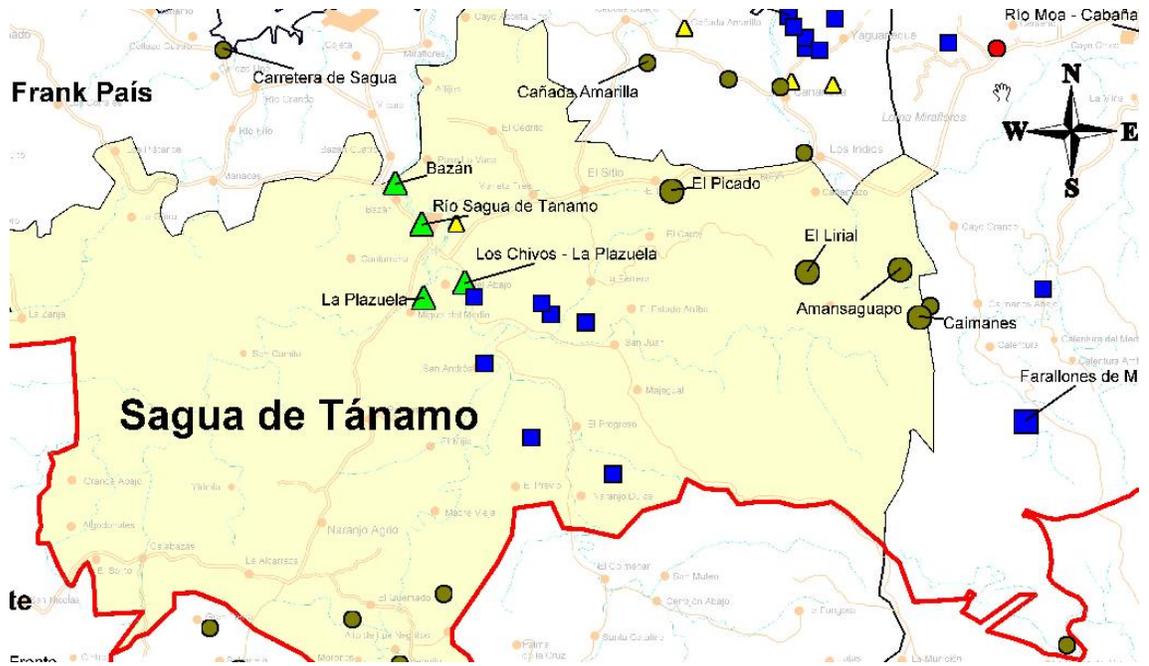
Anexo 1 Ubicación del yacimiento Buenaventura



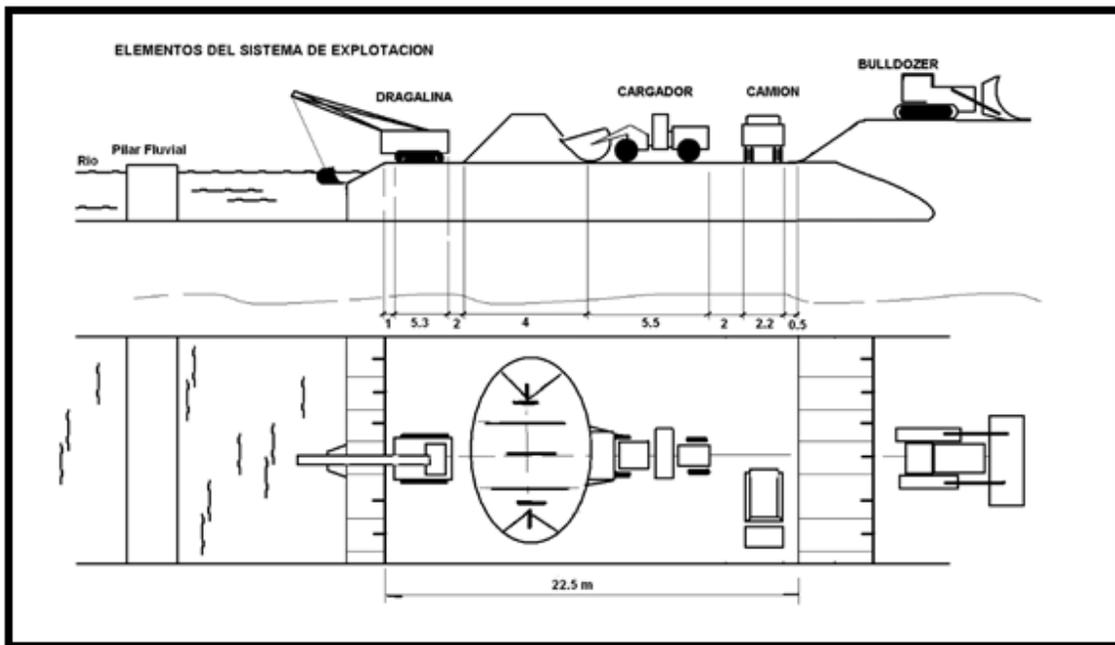
Anexo 2 Ubicación del yacimiento Los Caliches



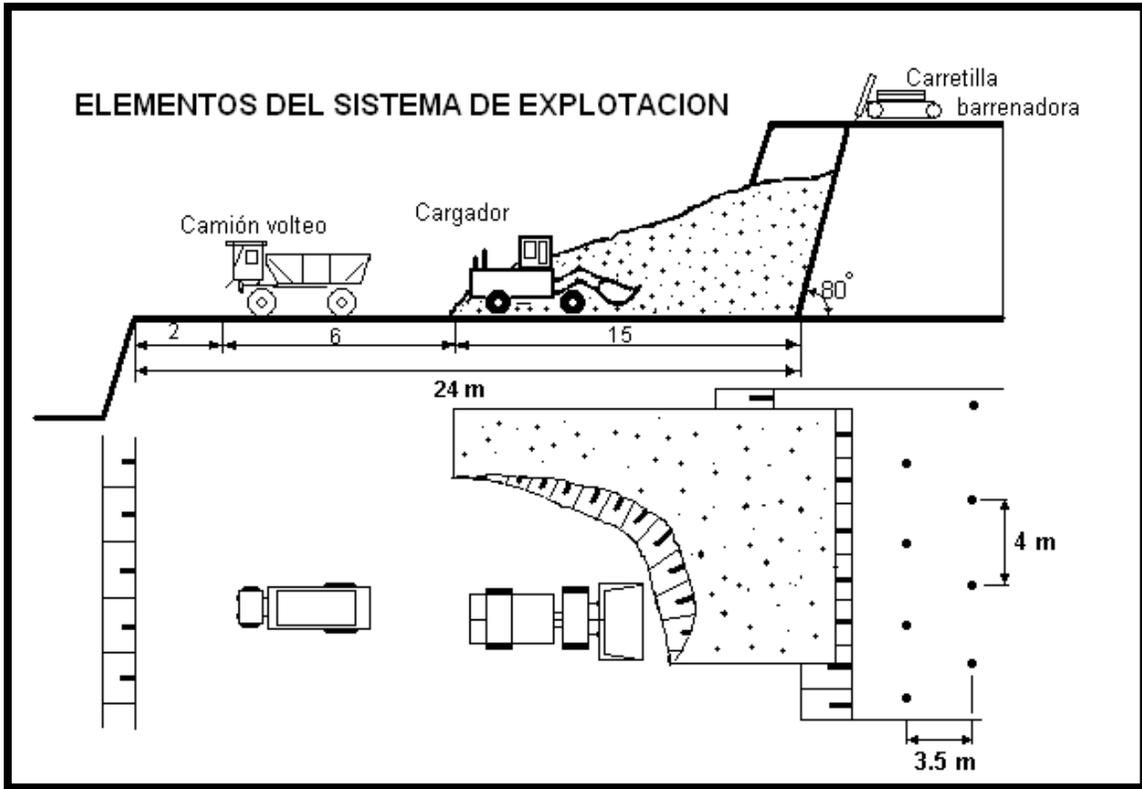
Anexo 3 Ubicación del yacimiento El Pílon



Anexo 4 Ubicación del yacimiento Río Sagua



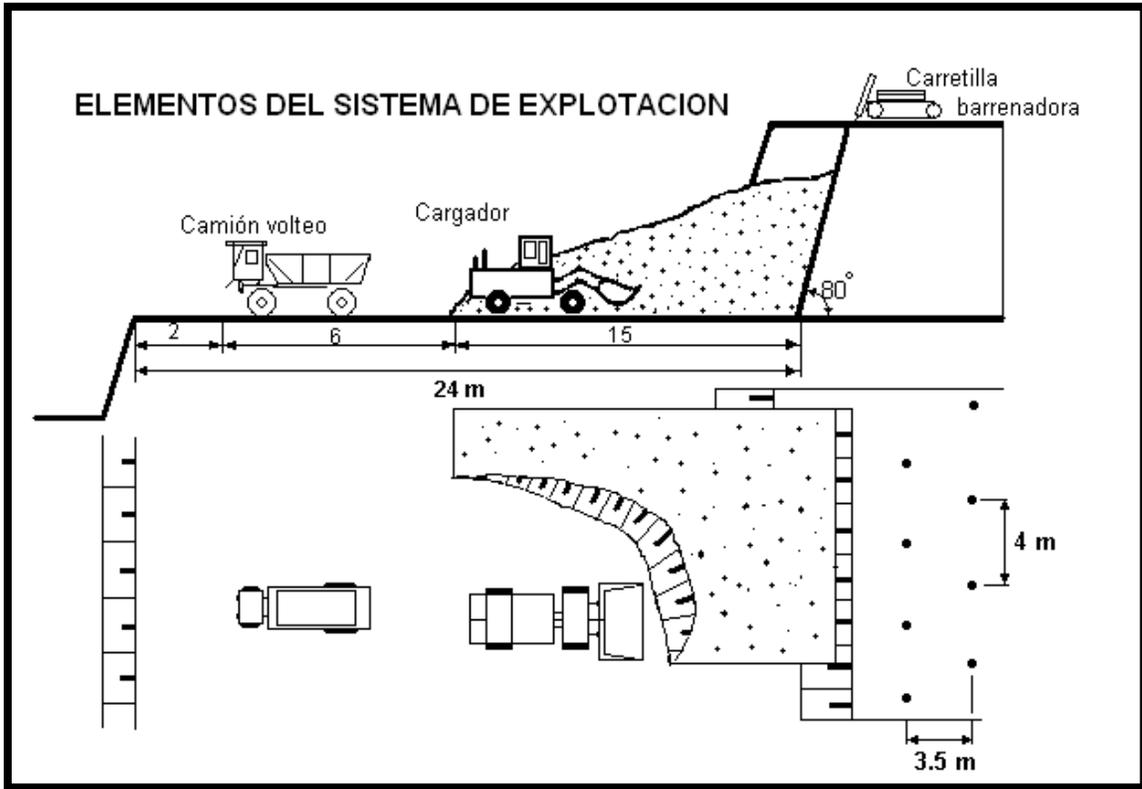
Anexo 5 Sistema de explotación Yacimiento grava-arena del río sagua



Anexo 6 Sistema de explotación del yacimiento Los Caliches



Anexo 7 Sistema de explotación del yacimiento Buenaventura



Anexo 8 sistema de explotación del yacimiento Pilón