



Caracterización minero ambiental de la Industria de Materiales de la Construcción en Guantánamo*

Ángel Luis Guindo Gámez

Carrera: Ingeniería en Minas

Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).

Resumen: Se analizó la estructura productiva de la Industria de Materiales de la Construcción de la provincia de Guantánamo así como las características geológicas y minero-técnicas de cada yacimiento en explotación; se identificaron los efectos ambientales que se manifiestan en cada cantera. Se aplicaron métodos empíricos y teóricos de la investigación científica que permitieron cumplir adecuadamente los objetivos planificados. La caracterización minero-ambiental de la Industria de Materiales de la Construcción de la provincia de Guantánamo demostró que todos los yacimientos producen impactos negativos y positivos significativos. Se proponen varias medidas para mitigar los efectos nocivos y desarrollar así una minería responsable.

Palabras clave: Impacto minero ambiental; yacimientos; materiales de construcción.

* Trabajo tutorado por el M. Sc. Alexis Monte de Oca, la Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés y el Ing. Ariolvis Toirac Cobas.
Recibido: 21 julio 2013 / Aceptado: 11 febrero 2014

Environmental and mining assessment in the Materials of Construction Industry in Guantánamo

Abstract: This investigation analyzes the existing production structure of the Materials and Construction Industry located in the province of Guantánamo in addition to the geological, mining and technical characteristics of each ore deposit under exploitation. Empirical and theoretical methods of investigation were used to meet the objectives as planned. The mining and environmental assessment conducted at the Materials of Construction Industry demonstrated the significant negative and positive impacts caused by mining of these ore bodies. Several corrective actions are proposed to mitigate the negative impact required to undertake the mining activity in a responsible manner.

Key words: Mining and environmental assessment; ore bodies; materials of construction.

Introducción

La legislación minera y ambiental en Cuba 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 Ley de Minas (1994) 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.

La Ley 81 de Medio ambiente (1997) 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.

Aguilera (2003) estudió el impacto ambiental ocasionado por la explotación del yacimiento fluvial de arena y grava Río Nibujón, producido por la explotación de un depósito fluvial de arena y grava, localizado en la zona de amortiguamiento del parque Alejandro de Humbolt. Identificó y caracterizó los impactos ambientales y elaboró un plan de medidas preventivas, correctoras y de mitigación de los impactos causados.

Espinoza (2002) analizó los principios y conceptos fundamentales de la evaluación de impacto ambiental. Expuso las metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental, resaltando que las mismas se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción.

Hasimbuli (2012) presentó un procedimiento metodológico que permitió identificar las acciones mineras (componentes impactantes del medio ambiente y los factores

ambientales susceptibles a recibir impactos) y a través de su interacción se identificaron, caracterizaron, valoraron y evaluaron los impactos ambientales. Para la corrección de los impactos se elaboró un sistema de medidas a corto, mediano y largo plazo.

Este trabajo realiza una caracterización minero-ambiental de la Industria de Materiales de la Construcción de la provincia de Guantánamo para establecer los efectos negativos de la misma sobre el medio ambiente así como proponer medidas para minimizar tales afectaciones.

Caracterización de la Industria de Materiales de la Construcción de Guantánamo

La Industria de Materiales de la Construcción de Guantánamo se fundó en junio de 1966. En su estructura cuenta con ocho unidades empresariales de base; seis dedicadas a la producción y dos a la actividad de aseguramiento, mantenimiento e inversiones.

La empresa posee nueve concesiones mineras, las cuales se explotan con la finalidad de obtener la materia prima para satisfacer la demanda de sus clientes e insumos para sus producciones. En la Tabla 1 se muestran los yacimientos pertenecientes a la Industria de Materiales de la Construcción. Para la caracterización de la actividad minera en las canteras de materiales de construcción de la provincia se dividieron las ocho concesiones en dos grupos, atendiendo al método de arranque empleado en la extracción del mineral útil: a) arranque mecánicos; b) perforación y voladura.

Tabla 1. Yacimientos pertenecientes a la Industria de Materiales de la Construcción

Concesión minera	Mineral	Superficie (ha)	Estado
La Inagua	Caliza	22,42	Explotación
Ampliación La Inagua	Caliza	12,15	Explotación
Manantiales	Caliza	17,55	Explotación
Novaliche	Arcilla	5,0	Explotación
Cajobabo	Arena y grava	6,0	Explotación
Malabé II	Arena y grava	18,43	Cierre parcial
Malabé III	Arena y grava	22,27	Cierre parcial
Tibaracón del Toa	Arena	0,6	Explotación

En los yacimientos: La Inagua, Ampliación de La Inagua y Manantiales el método de arranque empleado es perforación y voladura.

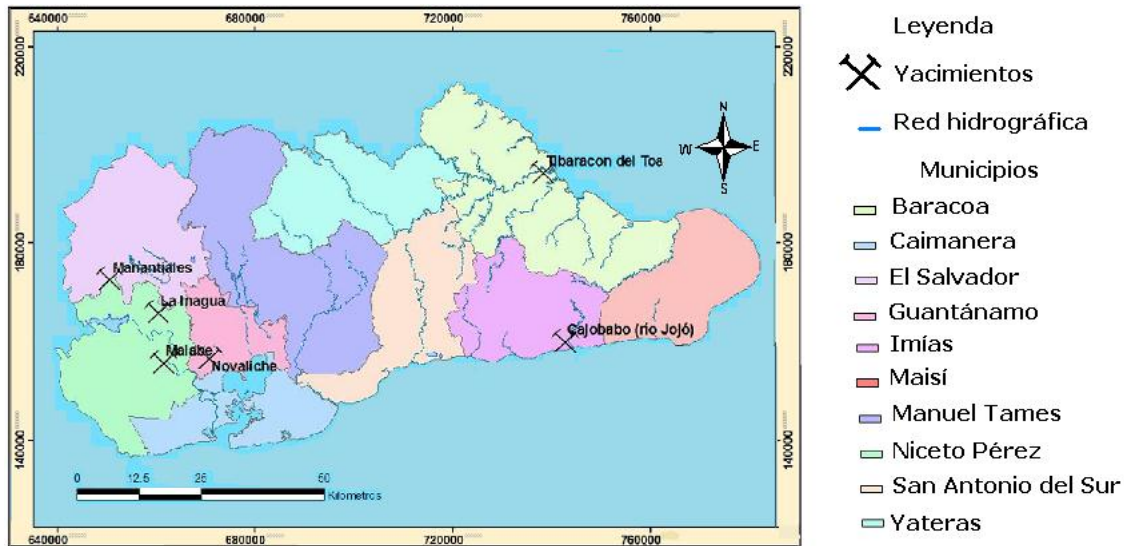


Figura 1. Yacimientos de la Industria de Materiales de la Construcción. Provincia de Guantánamo.

En los yacimientos Novaliche, Tibaracón del Toa, Malabé y Cajobabo se utiliza para el arranque de las rocas el método mecánico.

Caracterización minero-geológica de los principales yacimientos de la Industria de Materiales de la Construcción de Guantánamo

a) Yacimiento de caliza La Inagua

El yacimiento La Inagua está situado en el municipio de Niceto Pérez, en el sur de la Sierra Canasta, a 3 *km* de la carretera Santiago-Guantánamo y a unos 7 *km* de la ciudad de Guantánamo.

El relieve de la región es relativamente plano con presencia de llanuras marinas antiguas, con elaboración fluvial, por lo que se encuentra relativamente diseccionado. Se observan sistemas de colinas de bordes de pendientes suaves y aislados. Las cotas predominantes oscilan entre (40–80 *m*), con cotas máximas de 439 *m* (al noreste del yacimiento). La geología regional para la estructura donde se inserta el yacimiento está enmarcada dentro de la cuenca de Guantánamo, y en las cercanías del límite del sinclinatorio central.

El esquema estratigráfico de los yacimientos estudiados es el siguiente, considerando un orden normal de sucesión:

- Fm. San Luis: La constituyen conglomerados y areniscas calcáreas, margas, entre otras.
- Fm. Camarones: La forman conglomerados y areniscas.
- Fm. Charco Redondo: Está constituida por calizas compactas y órganos detríticos.
- Fm. Puerto Boniato: La forman calizas compactas, estratificadas, con alternancia de calizas órgano-detríticas y aporcelanadas.
- Fm. Bacuey: Constituida por tobas, lavas y conglomerados.

En la zona están presentes tres grupos de rocas:

- Rocas que forman el basamento.
- Rocas que forman el horizonte útil (calizas).
- Rocas que forman la cubierta del yacimiento y las directamente relacionadas con el relleno de cavernas, grietas y arcillas con fragmento de calizas.

b) Yacimiento de caliza Manantiales

El área de los trabajos en el yacimiento de calizas Manantiales se encuentra situado en la provincia Guantánamo, al noroeste de la Sierra de Limones y al noroeste del central Costa Rica, a unos 3,5 *km* del mismo, cerca de la cantera de dicho nombre (sur y sureste). El yacimiento a estudiar ocupa una franja estrecha de unos 800 *m* de largo, de este a oeste, y 400 *m* de ancho, de norte a sur. El yacimiento se encuentra situado en la ladera norte de Sierra Limones por lo que la superficie del mismo es inclinada de sur a norte.

El relieve regional está representado por pequeñas alturas estructurales-tectónicas, en específico por estructuras del tipo anticlinales. La inclinación del yacimiento es bastante suave, no siendo esta homogénea ya que en la parte sur es mucho más pronunciada que en la norte. En el yacimiento la altura relativa es de 60 *m*, las cotas oscilan entre +200 y + 600 *m* encontrándose la parte más baja en la cantera.

La geología regional de la estructura está enmarcada dentro de la cuenca Guantánamo y en las cercanías del límite con el sinclinal central. El yacimiento Manantiales, estratigráficamente, es poco complejo; presenta una secuencia de calizas generalmente pocas alteradas, donde predominan las calizas organógenas, fundamentalmente con matriz microcristalina. Como intercalaciones se presentan

areniscas tobáceas con variables potencia. Las rocas que componen el yacimiento pertenecen a la formación Charco Redondo.

En el yacimiento se encuentran principalmente tres grupos de rocas:

- Rocas de cubierto de relleno de carso.
- Calizas de la formación Charco Redondo.
- Intercalaciones de las areniscas tobáceas de la formación Charco Redondo.

Las fallas presentadas en el yacimiento no tienen gran influencia en la calidad de la materia prima y para la extracción y se consideran como locales; influyen a partir del agrietamiento de la materia prima y la presencia del carso.

c) Yacimiento de arcilla Novaliches

El yacimiento de arcilla Novaliches se encuentra constituido por los sectores Norte y Sur, ubicado en la provincia de Guantánamo, a unos 10 *km* aproximadamente de la ciudad homónima.

La secuencia de rocas útil está compuesta por las dos primeras variedades de arcillas, una de color carmelita con un variable grado de plasticidad, la otra es una arcilla de color amarillo verdoso que en profundidad aparece mezclada con fragmento de arenisca y algunas partículas de carbonato.

d) Yacimiento de arena y grava Cajobabo

Está ubicado en el municipio de Imías, en la provincia de Guantánamo. Limita al norte, este y oeste con la Sierra del Purial, mientras que al sur limita con el mar Caribe. Su relieve es suave, prácticamente llano, con una pequeña pendiente hacia el sur, con desniveles de algunos metros, formando los valles y llanuras de inundación, por lo que en época de lluvias intensas escurren las aguas del río Cajobabo, arrastrando consigo los aluviones de fragmento. En época de seca esta agua se infiltra varios metros por debajo de los sedimentos aluviales y aparecen nuevamente en superficie, cercanos a su desembocadura.

La geología de la región presenta considerable desarrollo en todos los alrededores del yacimiento, de la asociación metamorfogénica, presentada por la formación Farola K (1-2), perteneciente al complejo de esquistos verdes. Esta serie se extiende en el

extremo norte del yacimiento, en la Sierra del Purial. Las rocas presentan un bajo grado de metamorfismo, de color gris verdoso a gris, estructura microgranular raramente algo porfírica y textura masiva, algo esquistosa, ocasionalmente bandeada y estratificada. Son esquistos verdes, esquistos cloríticos, sericíticos, esquistos cuarzo cloríticos, aparecen rocas volcánicas de composición media y básicas, las cuales se sometieron a débil metamorfismo regional.

Dentro de la geología de la región el yacimiento se encuentra localizado en la formación Río Macío, perteneciente al sub-complejo aluvial-diluvial, aluvial hasta aluvio-deltáico. La forman bloques, cantos rodados, gravas, aleurolitas y arcillas derivadas de la erosión fluvial. Este no es un yacimiento de arena propiamente dicho, es un valle aluvial gravo-arenoso-arcilloso.

Todo el material en el yacimiento es de composición polimictica; redondeado de forma caótica, y mezclado el material fino del grueso, con una cubierta que en todo yacimiento no alcanza más de 0,3 m.

Tecnológicamente existe un solo tipo, arena gruesa, no existen en el yacimiento zonas de nocivos que afecten el material y el nivel freático ha sido determinado con exactitud, garantizándose reservas secas e inundadas.

Propiedades físico mecánicas del material útil: Peso volumétrico: 2,76 t/m³; absorción: 1,2 %; módulo finura: 3,1 %; marca: 1000-1200 kg/cm²

e) Yacimiento de arena y grava Malabe

El yacimiento Malabe se encuentra ubicado en la parte sur-oeste de la provincia de Guantánamo, por la carretera que une a la ciudad de Guantánamo con el poblado de Caimanera, separado de esta unos 14 km aproximadamente. La zona cuenta con relieve relativamente llano, con pequeñas colinas que raramente sobrepasan los 100 m de altura. Presenta un clima semiárido, donde se registran precipitaciones y con una evaporación intensa.

La geología de la región está asociada al extremo oriental del Sinclinorium del este de Cuba. En esta región se observan rocas de distintas edades, que van desde el Cretácico Superior hasta el Cuaternario, encontrándose distintas litologías tales como: tobas, areniscas tobáceas, brechas, aglomerados tobáceos, tufitas, calizas, areniscas

calcáreas, margas, conglomerados, arena, arena arcillosa, arcilla, arcilla arenosa, grava y otros.

Estratigrafía y litología del yacimiento y de sus rocas encajantes: es muy simple, pues se trata de sedimentos aluviales depositados por los ríos Guantánamo e Iguanabana en diferentes periodos de crecidas. El yacimiento está constituido por arenas y gravas de diferentes granulometrías, arenas arcillosas y arcilla arenosa.

f) Yacimiento de arena Tibaracón del Toa

El yacimiento se encuentra en el municipio de Baracoa, provincia de Guantánamo. El Tibaracón del río Toa se localiza geográficamente en la desembocadura del río Toa, en una llanura abrasivo acumulativa de origen fluvio-marino. Tiene como límites físicos: N y E: océano Atlántico; S: Centro de alevinaje "Combate de Pino de Duaba"; W: cauce del río Toa. Se destacan tres formaciones geológicas:

- Formación Varadero: Se extiende de forma discontinua en la zona litoral, constituida por extensos depósitos de arena sueltas, biogénicas con granos medios y finos. Edad Cuaternario.
- Formación Jutía: ocupa parte del litoral costero, predominan depósitos aluvio-marinos del cuaternario con arcillas limosas y con intercalaciones de limo. Arena y grava. Edad Holoceno.
- Formación Río Macío: Se extiende en el cauce, orillas y desembocadura del río Toa, constituida por bloques, cantos rodados. Gravas, arenas, aleurolitas y arcillas, posee distintos tipos de sorteo, yacencia y redondeo de los fragmentos. Edad Holoceno.

Geomorfología y relieve: En la formación del relieve del área ha sido significativa la acción de los procesos endógenos, como la sucesión de los plegamientos andinos en combinación con importantes transgresiones marinas y la modelación progresiva de los procesos exógenos tales como:

1. Abrasivo-denudativos: se manifiestan en dos formas. La primera relacionada con la abrasión marina originada durante el rompimiento del oleaje en la zona costera y la que corresponde con la erosión de las zonas pendientes, donde el agua pluvial es el principal agente denudativo.

2. Acumulativos: consisten en la acumulación del material suelto procedente de la erosión marina y fluvial, dando lugar a la acumulación de sedimentos en las superficies de inundación y desembocadura del río Toa.

Resulta típico el delta, línea que se forma frente a la desembocadura, un importante banco arenoso de origen fluvial conocido como Tibaracón, clasificado como una formación natural, que separa las aguas marinas de las fluviales como consecuencia de la acción de las corrientes marinas, las mareas y el oleaje actuante contra la corriente fluvial. Posee una altura que oscila entre los 0–2 m sobre el nivel del mar, la pendiente más suave se presenta en la orilla del mar, la margen fluvial derecha constituye la de erosión del río y forma una concavidad hacia él. En la formación han influido factores como el régimen climático tropical de fuertes lluvias, alternados con periodos de seca; permitiendo sucesivamente el predominio de los agentes marinos y fluviales.

Caracterización minero-ambiental de los yacimientos de materiales de construcción de la provincia de Guantánamo

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

Para la caracterización minero ambiental de los yacimientos de la Industria de Materiales de la Construcción de Guantánamo se agruparon en dos tipos: los que explotan el yacimiento por medio de perforación y voladura (Inagua y Manantiales) y los que extraen la materia prima por medios mecánicos (Malabé, Novaliche, Tibaracón del Toa, Cajobabo).

Caracterización ambiental de los yacimientos

La caracterización ambiental se realizó a través del estudio de los trabajos ambientales realizados por GEOCUBA a la empresa y comprobado en las visitas a las canteras.

Efectos ambientales de la actividad minera en los yacimientos La Inagua, Ampliación de La Inagua y Manantiales

Desbroce: Remoción de la vegetación y deforestación

Remoción de la vegetación y deforestación

Alteraciones de la calidad visual

Alteración del hábitat natural y desplazamiento de la fauna

Perforación y voladura: Emisión de ruidos y vibraciones

Alteraciones de la calidad visual

Emisión de gases y polvo a la atmósfera

Alteración de la calidad del agua por deposición de sólidos

Remoción de la vegetación y deforestación

Alteración del hábitat natural y desplazamiento de la fauna

Carga y transporte: Alteraciones de la calidad visual

Emisión de gases y polvo a la atmósfera

Emisión de ruidos y vibraciones

Alteración del hábitat natural y desplazamiento de la fauna

Formación de escombrera: Aumento de los procesos erosivos

Alteraciones de la calidad visual

Emisión de polvo a la atmósfera

Yacimientos que se explotan con medios mecánicos de arcilla (Novaliche)

Desbroce: Afectación en el hábitat de especies faunísticas

Eliminación de la capa vegetal

Cambio en el comportamiento de la fauna.

Destape: Afectación a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo por acumulación de desechos sólidos en áreas aledañas

Erosión

Carga y transporte: Contaminación por emisión de gases
Contaminación sonora
Afectación a las propiedades físicas por movimiento de equipos pesados
Derrame de combustible y lubricantes.

Preparación mecánica: Contaminación sonora
Contaminación de zonas aledañas por deposición de rechazos del proceso cerámico.

Yacimientos que se explotan con medios mecánicos (Cajobabo y Malabe)

Afectación en el hábitat de especies faunísticas
Eliminación de la capa vegetal
Cambio en el comportamiento de la fauna.

Destape: Erosión
Afectación a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo por acumulación de desechos sólidos en áreas aledañas.

Carga y transporte: Contaminación por gases
Emisión de polvo
Contaminación sonora
Afectación a las propiedades físicas del suelo por movimiento de equipos pesados
Derrame de combustible y lubricantes
Contaminación de los acuíferos producto del lavado de las maquinarias.

Preparación mecánica: Emisión de polvo
Contaminación sonora
Contaminación de zonas aledañas por deposición de rechazos del proceso de trituración mecánica.

Formación de escombreras: Contaminación por emisión de polvo y gases
Contaminación sonora
Alteración de drenajes superficiales
Alteración del paisaje
Yacimiento Tibaracón del Toa

Carga y transporte: Contaminación por gases
Contaminación sonora
Afectación a las propiedades físicas del suelo por movimiento de equipos pesados
Derrame de combustible y lubricantes
Afectación en el hábitat de especies faunísticas
Cambio en el comportamiento de la fauna.

Propuesta de medidas preventivas, correctoras y de mitigación

Las medidas correctoras fueron concebidas a partir de los aspectos significativos negativos. Una vez identificados y evaluados, va encaminada a la necesaria mitigación o erradicación de los efectos derivados de las actividades valoradas.

- Para yacimientos que se explotan por perforación y voladura (Inagua, Ampliación de La Inagua y Manantiales)

Protección al suelo

- Extraer la capa de suelo antes de realizar el destape en las zonas con una capa superficial de escombros y darle un uso apropiado.
- Construcción de un solo tráfico desde la planta de procesamiento hasta las orillas de la cantera para minimizar la compactación del suelo fértil.
- Realizar la conformación de los suelos afectados por la minería al concluir la explotación en cada uno de los sectores.
- Sembrar cobertura herbácea en los taludes, con la ayuda de mallas, para disminuir la erosión hidráulica y eólica.

Protección del agua (superficial y subterránea)

- Evitar la contaminación de las aguas del arroyo con los residuos de los talleres, con posibles derrames de aceites y combustible, manteniendo la limpieza del decantador y trampas de grasas.

Protección a la atmósfera: ruido, calidad del aire

- Modificar en la medida de las posibilidades el proceso de preparación mecánica y utilizar la vía húmeda que genera menor cantidad de polvo.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria, para lograr el uso efectivo del combustible.
- Mejoramiento de las vías de acceso principales al yacimiento y cumplimiento del régimen de velocidad de circulación establecido para los vehículos.

- Regar periódicamente los caminos para reducir la suspensión de las partículas de polvo sedimentadas.
- Controlar la calidad del aire a través de análisis y monitoreos hechos al menos una vez al año dentro de los yacimientos y zonas aledañas.
- Emplear explosiones microrretardadas para disminuir la actividad sísmica.
- Reducir al mínimo las áreas a desbrozar.
- Revisar el estado técnico del colector de polvo de la carretilla barrenadora para así disminuir la emisión de polvo en la barrena y exigir que se use dicho aditamento.

Protección a la flora

- Promover la revegetación entre las organizaciones sociales y de masas de los pobladores de la zona, con ayuda de la empresa minera y de sus trabajadores e impulsar un movimiento de recuperación de plantas endémicas.
- Construcción de viveros para la revegetación y reforestación
- Recubrir las zonas denudadas con cobertura herbácea para amortiguar la erosión e impedir que el agua se lleve las posturas. Reforestar las zonas dañadas con plantas endémicas de la región y fundamentalmente con árboles frutales.

Protección a la fauna

- Propiciar con medidas complementarias el retorno de especies del territorio.
- Mantener vedadas especies sobre las cuales existen evidencia de peligro de extinción.
- Priorizar investigaciones dirigidas a evaluar el estado y la tendencia de la población de los animales presentes en los yacimientos.
- Aplicar métodos de cuidado y vigilancia con el fin de minimizar las alteraciones sobre la vida animal en las distintas fases del sistema de explotación.

Protección a la población

- Reparar, mejorar y brindar mantenimiento a las vías de acceso al yacimiento con el fin de evitar accidentes.
- Establecer un canal de negociación y diálogo con la comunidad afectada por los impactos negativos, resultantes de la actividad en los yacimientos.
- Ubicar la toma 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.
- Implementar un programa de educación para la salud respecto al agua de consumo.

- Exigir a los trabajadores que deben usar la ropa de trabajo y accesorios de protección suministrados por la empresa para el desarrollo de su trabajo.

Protección al paisaje

- Buscar un uso alternativo de los estériles y materiales no aprovechables.
 - Construir pantallas naturales de ocultación y enmascaramiento para disminuir el impacto visual.
 - Crear un vivero con plantas que posean un alto valor estético para lograr una mejor armonía paisajista.
 - Modificar la vía de acceso a la planta para reducir la visibilidad de las instalaciones.
 - Tratar de devolverle al paisaje sus cualidades iniciales, sin romper la estructura paisajista de la zona.
- Para yacimientos que se explotan por medios mecánicos (Malabé I y Malabé II, Nobaliche, Cajobabo y Tibaracón del Toa)

Protección al suelo y orillas del río

- Realizar con antelación los proyectos de rehabilitación de las áreas en explotación.
- Elaborar un plan de manejo para el yacimiento teniendo en cuenta la legislación vigente.
- Emplear gaviones en los lugares más críticos para evitar la erosión y el derrumbe de las riberas.

Protección al agua superficial y subterránea

- Realizar análisis de las aguas residuales para evaluar el impacto producido en los ríos y tomar las medidas pertinentes de acuerdo con la afectación.
- Impedir el lavado de equipos de transporte y maquinarias en el río y luchar contra el derrame de sustancias combustibles y lubricantes.

Protección a la atmósfera: ruido, calidad del aire

- Instalar dispositivos adecuados de eliminación de la contaminación (filtros) en todo el equipamiento que funciona con diesel y gasolina, plantas de preparación mecánica y cerciorarse de que estos funcionan correctamente.
- Mejorar las vías de acceso principales al yacimiento y cumplimiento del régimen de velocidad de circulación establecido para los vehículos.

- Regar periódicamente los caminos para reducir la suspensión de las partículas de polvo sedimentadas.
- Racionalizar las áreas de excavación.

Protección a la vegetación

- Reducir al mínimo las áreas de explotación.
- Promover la revegetación entre las organizaciones sociales y de masas de los pobladores de la zona, con ayuda de la empresa minera y de sus trabajadores e impulsar un movimiento de recuperación de plantas endémicas.

Protección a la fauna

- Propiciar con medidas complementarias el retorno de los representantes de la fauna del territorio.
- Mantener vedadas las especies sobre las cuales existen evidencia de peligro de extinción.
- Priorizar investigaciones dirigidas a evaluar el estado y la tendencia de la población de los animales presentes en los yacimientos.
- Aplicar métodos de cuidado y vigilancia con el fin de minimizar las alteraciones sobre la vida animal en las distintas fases del sistema de explotación.

Protección a la población

- Ubicar la toma 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.

Protección al paisaje y morfología

- Utilizar cortinas vegetales para evitar al máximo algunos visuales desagradables.
- Implementar medidas con el objeto de reducir la visibilidad de las instalaciones.
- Buscar un uso alternativo de los materiales no aprovechables.

Conclusiones

Se realizó una caracterización, desde el punto de vista minero-ambiental, de los yacimientos de la Industria de Materiales de la Construcción de la provincia de Guantánamo.

Los yacimientos de la Industria de Materiales de la Construcción de la provincia de Guantánamo producen impactos positivos y negativos significativos. Se propone una serie de medidas para mitigar estos efectos negativos y desarrollar una minería responsable.

Referencias bibliográficas

AGUILERA, I. *ET ALL.* 2003: Incidencia ambiental de la extracción de arena del Río Nibujón. *Minería y Geología* 19(1-2).

CUBA. Ley 76 de Minas. 1995: Gaceta Oficial de la República de Cuba. Edición ordinaria, La Habana, 23 de enero, Año XCIII, Número 3, p. 33

CUBA. Ley del Medio Ambiente. 1997: Gaceta Oficial de la República de Cuba.

ESPINOZA, G. 2002: Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. BIC/CED. 259 p.

HASIMBULI, J. 2012: Estudio minero-ambiental de la cantera El Cacao. *Ciencia & Futuro* 2(4): 49-58.