



INSTITUTO SUPERIOR  
MINERO METALÚRGICO DE MOA  
Dr. ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ

**Facultad: Geología-Minería**

**Departamento de Minería**

# **Trabajo de Diploma**

**EN OPCIÓN AL TÍTULO DE**

**INGENIERO DE MINAS**

**TÍTULO: CARACTERIZACIÓN MINERO  
AMBIENTAL DEL YACIMIENTO DE  
ARENA NATURAL “TIBARACÓN DEL  
TOA”.**

**AUTOR: TOMAS LOBAINA YIBRE**

**TUTORES: DRA. C. MAYDA ULLOA CARCASSÉS**

**MCS. ALEXIS MONTES DE OCA**

**MOA, 2015**

**“AÑO 57 DE LA REVOLUCIÓN**

## **DECLARACIÓN DE AUTORIDAD**

Yo, Tomas Lobaina Yibre, autor del presente trabajo y los tutores; Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés y Mcs. Alexis Montes de Oca, certificamos la propiedad intelectual de este trabajo, a favor del ISMMM y a la Facultad de Geología - Minería, los cuales podrán hacer uso del mismo con la finalidad que estimen conveniente.

Firma del Autor:

---

Tomas Lobaina Yibre

Firma de los Tutores:

---

Dra. C. Mayda Ulloa Carcassés

---

Mcs. Alexis Montes de Oca

## **DEDICATORIA**

Le dedico este trabajo a mi familia, a mis padres y en especial a mi madre que es el ser por el cual estoy vivo y que tanta paciencia ha tenido, a mi padre por los consejos, a mi novia por ser inspiración.

.

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco en especial a dios por dejarme cumplir mi sueño. También a mis tutores por dedicarme su preciado tiempo y por darme el placer de realizar esta investigación con la debida calidad. A todas las personas y profesores que me han regalado sus conocimientos para que pudiera cumplir con este sueño hecho realidad, y a mis compañeros que tanto apoyo me han brindado en estos cinco años.

En especial a mi madre que es mi todo, a mi papá por soportarme, a mi sobrinito por quererme tanto, a mi hermana por ser mi confidente a pesar de que se encuentre lejos y a mi novia por apoyarme en este duro momento.

**PENSAMIENTO**



**“LA SENDA QUE ANDAMOS ES ABRUPTA PERO  
CONDUCE A LA VICTORIA”**

**CHÉ**

## **RESUMEN**

La extracción de áridos en yacimientos aluviales es una actividad muy agresiva con el medio ambiente, que provoca graves alteraciones en los ecosistemas fluviales donde se produce. El desarrollo turístico y los daños causados por fenómenos climáticos han provocado una creciente demanda de materiales de construcción, en el municipio Baracoa. Este trabajo de diploma, Caracterización minero-ambiental del yacimiento de arena natural "Tibaracón del Toa", tiene como objetivo valorar la influencia sobre el medio ambiente de la explotación de este yacimiento y proponer medidas para minimizar las afectaciones que produce sobre el medio ambiente. Se analizaron las características geológicas y minero- técnicas del yacimiento; se identificaron los efectos ambientales que se manifiestan y se elaboraron medidas generales de mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por la extracción. 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 que la explotación del yacimiento Tibaracón del Toa produce efectos ambientales negativos y las medidas elaboradas permiten desarrollar una minería responsable.

### **Palabras claves**

Tibaracón, yacimiento, impactos, explotación,

## **ABSTRACT**

The extraction of sand in alluvial locations is a very aggressive activity with the environment that causes serious alterations in the fluvial ecosystems where it takes place. The tourist development and the damages caused by climatic phenomena have caused a growing demand of construction materials, in the municipality Baracoa. This diploma work, miner-environmental Characterization of the location of natural sand "Tibaracón of the Toa", has as objective to value the influence on the environment of the exploitation of this location and to propose measures to minimize the affectations that it takes place on the environment. The geologic characteristics and miner were analyzed - technical of the location; the environmental effects were identified that they are manifested and general measures of mitigation of the impacts environmental negatives were elaborated caused by the extraction. 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 it was obtained that the exploitation of the location Tibaracón of the Toa produces negative environmental effects and the elaborated measures allow developing a responsible mining.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I. ANTECEDENTES Y TENDENCIA ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA .7	
1.1 Antecedentes y actualidad del tema .....	7
1.2. Fundamentos legales de la investigación .....	13
CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO .....	21
2.1 Caracterización del municipio Baracoa, provincia Guantánamo .....	21
2 .2 Características del yacimiento .....	23
2.2.1 Ubicación geográfica .....	23
2.2.2 Delimitación del área de estudio .....	24
2.2.3 Relieve del yacimiento .....	25
2.2.4 Flora.....	26
2.2.5 Clima.....	27
2.2.6 Hidrogeología .....	32
2.2.7 Vías de comunicación.....	33
2.2.8 Geología .....	34
2.2.9 Historia geológica .....	35
2.3 Características de la actividad minera en el yacimiento.....	35
2.3.1 Características de las arenas que se explotan en el yacimiento .....	37
2.3.2 Tecnología a emplear .....	38
CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN MINERO-AMBIENTAL DEL YACIMIENTO TIBARACON DEL TOA .....	41
3.1. Identificar los efectos ambientales que produce la explotación del yacimiento .....	41
3.2 Propuesta de Medidas Preventivas, Correctoras y de Mitigación .....	50
CONCLUSIONES.....	53
RECOMENDACIONES .....	54
BIBLIOGRAFÍAS .....	55
Anexo 1 Dossier Fotográfico .....	58

## **INTRODUCCIÓN**

Los problemas del Medio Ambiente y el uso de este término, han adquirido una connotación mundial en los momentos actuales. Las teorías sobre los problemas de equilibrio y las afectaciones de la sociedad y el medio ambiente han sido amplias, pero su puesta en práctica, en sentido general, ha sido limitada.

En este sentido, la Constitución de la República de Cuba expresa que [...] El estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras. Corresponde a los órganos competentes aplicar esta política. Es deber de los ciudadanos contribuir a la protección del agua, la atmosfera, la conservación del suelo, la flora, la fauna, los minerales todo el rico potencial de la naturaleza [...]

La minería es una actividad determinante en el desarrollo de la sociedad pues, de acuerdo con los economistas, los minerales componen el ochenta por ciento de los recursos naturales utilizados para la satisfacción de las necesidades de la sociedad. Como la producción fabril de minerales no se puede tratar por separada del impacto ambiental que podría generar su extracción, elaboración y beneficio, se tiene que analizar los posibles riesgos ambientales que se confrontarían antes de emprender cualquier tipo de minería.

La prevención y control de la contaminación del aire, agua y tierra, la disposición adecuada de los desechos y la recuperación de los terrenos perturbados deben ser parte integral de cualquier programa de minería. Se puede llegar a un clima de compatibilidad entre el programa de minería y la protección del medio ambiente, siempre y cuando se use la ciencia y la tecnología para prevenir, controlar y remediar los problemas ambientales que se confronten. Las medidas tecnológicas tienen que complementarse con un amplio programa gubernamental de ordenamiento, reglamentación, fiscalización y enjuiciamiento para asegurar que las medidas requeridas se apliquen a su debido tiempo. El programa de minería debe llevarse a

cabo desde un punto de vista integral, donde se entienda a cabalidad el efecto recíproco de todos los factores envueltos en las prácticas de protección ambiental, así sean especies de organismos, condiciones físicas del ambiente o necesidades humanas.

La extracción de áridos en yacimientos aluviales es una actividad muy agresiva con el medioambiente, provocando graves alteraciones en los ecosistemas fluviales donde se produce, como destrucción del paisaje, eliminación parcial o total de la vegetación sumergida y de ribera, modificación de los niveles freáticos locales, contaminación del río aguas abajo, aumento de la turbiedad del agua debido a una mayor cantidad de finos en suspensión, destrucción de frezaderos para peces, alteración de la temperatura media del agua, etc. Estas afectaciones son mayores cuando las explotaciones se realizan en el propio río.

La ciudad de Baracoa, fundada en 1511, fue la primera villa de Cuba construida por los españoles, hoy cuenta con un fondo habitacional antiguo y deteriorado. En los últimos años ha sido azotada por varios fenómenos hidrometeorológicos como el mar de leva, el 19 de marzo de 2008, los huracanes Hanna, Gustav y Ike. Estos eventos provocaron penetraciones del mar, principalmente en el área del litoral, que afectaron un total de 6157 viviendas, de ellas 742 de forma total y 5415 de forma parcial, 109 instituciones estatales, de ellos 10 de forma total y 99 parcial, siendo los sectores más dañados la Organización Básica Eléctrica (OBE). Educación. Agricultura. Comercio. ETECSA. Acueducto y Alcantarillado con afectaciones a la economía que sobrepasan los \$15 millones de pesos; incrementando el deterioro de las construcciones existentes.

Los elementos antes expuestos han provocado una creciente demanda de materiales de construcción, específicamente áridos para lo cual se desarrollan extracciones en diferentes yacimientos del municipio.

En la actualidad, la legislación cubana obliga al titular de la concesión de una explotación a realizar una serie de actuaciones para recuperar ambientalmente el espacio afectado por las labores de extracción minera, debiendo éste presentar a la administración competente un plan de restauración (que será de obligado

cumplimiento una vez haya sido aprobado) antes incluso de comenzar la extracción del árido.

Debido a la necesidad creciente de arena en el municipio Baracoa, su existencia y las posibilidades de extracción en el río Toa, la Empresa de Materiales de la Construcción de la provincia Guantánamo, solicitó a los órganos competentes el autorizo para la extracción de arena depositada en la barra acumulativa, Tibaracón del río Toa. Dicha barra constituye un depósito natural de arena, sobre el que se estima un aporte total aproximado de sólidos de granulometría fina de 509 058 m<sup>3</sup> anual. La cantidad aprobada en la microlocalización para la explotación es de 10 000 m<sup>3</sup> anuales, lo que representa el 2 % de la tasa de remoción media anual.

Las labores están a cargo de la Unidad Empresarial de Base municipal de la Empresa de Materiales de la Construcción. La extracción se realiza a cielo abierto con una profundidad de 0,50 m. El perímetro aprobado por la microlocalización es de 500 m de largo y 40 m de ancho planificado por campañas en los meses de máxima deposición. Se utiliza un cargador frontal para las labores extractivas, el que suministrará a los vehículos de tiro.

El Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, “Dr. Antonio Núñez Jiménez” desarrolla un proyecto de investigación que tiene como objetivo, la caracterización minero ambiental de las canteras de materiales de construcción de las provincias orientales del país, para determinar el estado técnico de las explotaciones y las afectaciones ambientales que producen, así como, la elaboración de propuestas de mitigación de impactos negativos que permitan mejorar el desempeño ambiental de estas empresas.

Debido a lo anterior y como parte del proyecto, surge la necesidad de realizar una caracterización minero ambiental del yacimiento de arena natural “Tibaracón del Toa” con el fin de valorar su influencia sobre el medio ambiente y proponer medidas para minimizar las afectaciones que produce sobre el medio ambiente, lo que constituye el **problema de esta investigación.**

**El objeto de estudio** lo constituye los procesos mineros ambientales y el **campo de acción**, el yacimiento de arena natural "Tibaracón del Toa" en la provincia Guantánamo.

**El objetivo general** del presente estudio es: Realizar una caracterización minero ambiental de la explotación del yacimiento de arena natural "Tibaracón del Toa" en la provincia Guantánamo para establecer sus efectos sobre el medio ambiente y proponer medidas para mitigarlos.

Para alcanzar el objetivo general se plantean los siguientes **objetivos específicos**:

- Analizar la estructura productiva de la explotación del yacimiento de arena natural "Tibaracón del Toa" en la provincia Guantánamo.
- Analizar las características geológicas y ambientales del yacimiento.
- Identificar y evaluar los efectos ambientales que produce la explotación del yacimiento.
- Elaborar medidas de mitigación de los efectos negativos.

Se plantea como **hipótesis** de la investigación que, si se analiza la estructura productiva de la explotación del yacimiento, las características geológicas y minero-técnicas del yacimiento, se identifican y evalúan los efectos ambientales que produce la explotación del yacimiento, se puede obtener una caracterización minero ambiental del yacimiento de arena natural "Tibaracón del Toa" en la provincia de Guantánamo y proponer medidas para mitigarlos.

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

Entre los métodos empíricos:

Observación científica: (Trabajos de campo) se utilizó para describir y diagnosticar el estado actual de los elementos naturales del área a estudiar para caracterizar de la línea base ambiental. Identificación preliminar de impactos ambientales potenciales. Recorridos del equipo interdisciplinario por el área de la parcela para precisar el

alcance del estudio y conocer de forma general las condiciones ambientales del lugar. Entrevista a dirigente del gobierno del municipio Baracoa.

La medición: se empleó para obtener la información numérica acerca del área afectada por las acciones de explotación.

Revisión documental: (Trabajos de gabinete) permitió el estudio de las legislaciones ambientales vigentes en el país y lectura de literatura especializada, consultas de archivo y guías metodológicas, análisis de los elementos del proyecto, estudios del medio físico, elaboración de los datos de campo, así como confección del informe y anexos.

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

Y los métodos teóricos:

Histórico y lógico: sirvió para realizar el análisis de la evolución y desarrollo histórico de las transformaciones ambientales en el área de estudio.

Análisis y síntesis: se utilizó para la descripción del proyecto, la valoración de los impactos ambientales en todo el proceso extractivo y proponer las acciones de mitigación.

Hipotético–Deductivo: se empleó para identificar, evaluar y ponderar los impactos potenciales y relacionados con ellos las posibles acciones de mitigación, que puedan ser chequeadas experimentalmente.

Sistémico: permitió establecer o determinar la relación entre las acciones impactantes en los proyectos con los elementos del medio natural, así como los impactos potenciales.

El trabajo se desarrollará a través de las siguientes etapas metodológicas:

1. Trabajo de campo: Recopilación de materiales
2. Trabajo de gabinete
3. Elaboración del informe final

# **CAPITULO I. ANTECEDENTES Y TENDENCIA ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA**

El objetivo del capítulo es analizar los antecedentes y actualidad del tema y las normativas ambientales relacionadas con la actividad minera vigentes en el país.

## **1.1 Antecedentes y actualidad del tema**

Desde la antigüedad, el ser humano ha hecho uso de los materiales naturales que lo rodean y lo ha adaptado a sus necesidades. Con el transcurso del tiempo y el desarrollo de los medio tecnológicos, se han ido trasformando en distintos productos mediante procesos de manufactura de marcado carácter progresista. Por lo que la explotación de yacimientos comprende una parte importante de la minería que se realiza a cielo abierto en el mundo, con el objetivo de tributar los materiales de construcción que se extraen. Estos yacimientos abarcan la extracción de áridos de construcción.

Este tipo de minería se caracteriza por la creación de un fuerte impacto al medio, debido a que en la mayoría de las instituciones no se prestan la debida atención a dicha actividad ni a las regulaciones ambientales vigentes.

Son numerosos los artículos e investigaciones realizadas a nivel internacional acerca de los problemas ambientales de la minería, la necesidad de la rehabilitación de las áreas dañadas por la actividad y el papel que desempeña está en la protección del medio ambiente.

En este sentido, son destacables los trabajos de Canter (1997), que trata sobre el surgimiento de la evaluación de impacto ambiental en los Estados Unidos. Este autor considera que los estudios de impacto ambiental (EIA) comprenden los siguientes apartados: línea base, identificación de impactos, descripción del medio afectado, predicción y evaluación de impacto, selección de la actuación propuesta y documentación.

Es importante el planteamiento, de este autor sobre las exigencias básicas y el marco del proceso, que debe incluir la revisión de los aspectos legales. En este libro se ilustran las matrices, diagramas de redes y listas de control descriptivas para la identificación de los impactos potenciales de las actividades o proyectos que se

propongan y se potencia la necesidad de estudiar detalladamente el medio ambiente afectado. Además, desarrolla minuciosamente en siete capítulos, los pasos necesarios para la predicción y evaluación del medio físico-químico (aire, agua superficial, suelo, acuíferos y ruido), del medio biótico (flora y fauna, etc.), del medio cultural (recursos históricos y/o arqueológicos y visuales) y del medio socioeconómico. Presenta varios métodos de evaluación de impacto que pueden utilizarse en las evaluaciones alternativas y en la selección de las actuaciones propuestas, con especial énfasis en el uso de listas de control para la toma de decisiones. Es importante su enfoque sobre la participación pública en el proceso de evaluación de impacto ambiental, especialmente en relación a la selección de la actuación propuesta.

El estudio de este libro, un clásico de los EIA, permitió a este autor, la familiarización con los estudios ambientales, su metodología y contenido, dotándolo de una serie de informaciones básicas para la comprensión completa de los estudios precedentes, y para la identificación profunda de las acciones que producen el impacto significativo sobre el medio ambiente e identificación de las medidas de mitigación de impactos negativos.

Los libros de Espinoza (2001,2007) abordan los principios y conceptos fundamentales de la evaluación de impacto ambiental. La información gira en torno a las tres grandes expresiones de la evaluación de impacto ambiental: el proceso de impacto ambiental, el sistema de impacto ambiental y el estudio de impacto ambiental. El segundo libro profundiza en diversas actividades y etapas importantes dentro del proceso de impacto ambiental y presenta un análisis crítico de la aplicación de la EIA a partir de las experiencias en diversos países. La esencia de cada uno de los libros son las metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), resaltando que las mismas se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción sobre los factores ambientales. Consiste en reconocer qué variables y procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa.

La base teórica de este trabajo se enriqueció con el estudio profundo de esta bibliografía y conllevó a un estudio riguroso de los impactos al medio.

Sobre la extracción de áridos en graveras situadas próximas a cauces fluviales, López (2003) plantea que es una de las actividades que mayor impacto genera al medio ambiente, sobre todo al realizarse la extracción en el lecho del río. Añade que los problemas ambientales producidos por esta actividad son severos debido a las características de estos ecosistemas en cuanto a su fragilidad, y a que no cesan al agotarse el yacimiento, momento en el que surge la interrogante de qué hacer con el terreno afectado por las labores de extracción. En el plantea una serie de medidas encaminadas a los posibles daños; nos da una idea desde las experiencias del autor de cómo debe ser la rehabilitación.

Esta investigación permitió argumentar las propuestas de medidas de mitigación de daños provocados por la extracción de áridos, en el caso estudiado.

La importancia de desarrollar la minería de forma responsable lo analiza Nowlan (2001). El autor no comparte el planteamiento de que a menudo se plantea el argumento de que el concepto de desarrollo sustentable es incompatible con la industria extractiva de minerales y de que la minería en cualquier forma no es sustentable. Sin embargo, considerando que los bienes materiales de la sociedad moderna están fabricados en su mayor parte con productos minerales. Es imprescindible la comprensión de los posibles daños que produce la extracción de estos de la corteza terrestre, no se puede dejar de tratar lo irreversible de estas actividades con el medio ambiente, por lo cual se toman una serie de medidas para mitigar estos impactos tan significativos.

La finalidad de una restauración ecológica es generar unas condiciones que permitan la recuperación de la zona afectada, de manera que vuelva a ser útil para un determinado uso, sin perjudicar el medio ambiente. En la elección del uso final de una explotación hay que tener en cuenta numerosos factores (tipo de explotación, entorno medioambiental y socioeconómico, costes), pero por encima de todo debe ajustarse a las necesidades de la zona y ser compatible con los usos existentes. Se pueden llevar a cabo diversas actuaciones de restauración, incluso pueden combinarse entre sí distintas alternativas siempre que sean compatibles. Así, se

pueden considerar los siguientes usos finales: forestal, hábitat natural, actividades recreativas, urbanismo, industrial. Es importante establecer desde el inicio de la explotación el uso final previsto para los terrenos para integrarlo en el proyecto de explotación. (Restauración de la biodiversidad en canteras de caliza, 2010)

En Cuba se han realizado desde hace varios años investigaciones sobre los disímiles daños que ocasionan la extracción de áridos.

Un estudio del impacto ambiental ocasionado por la explotación del yacimiento fluvial de arena y grava, localizado en la zona de amortiguamiento del parque Alejandro de Humboldt fue desarrollado por Aguilera et al (2003). Este trabajo identifica, caracteriza y valora los impactos ambientales y finalmente, elabora el plan de medidas preventivas, correctoras o de mitigación y el plan de monitoreo de las actividades de explotación. También realiza un estudio detallado desde el punto de vista de flora, fauna y población para llegar a los objetivos propuestos en su investigación.

El objetivo principal del proyecto de Rodríguez (2008) es lograr una explotación más racional de un yacimiento de materiales de construcción, una mayor utilización de las arenas y aumentar potencialidades de ofertas de las mismas en aras de satisfacer las crecientes demandas de este recurso, principalmente en programas de la Revolución y la construcción de viviendas, así como garantizar que se cumplan las medidas adoptadas para la protección del medio ambiente.

Riverón (2008) determinó, a partir de la evaluación de impactos generados por la rehabilitación, en el yacimiento fluvial Río Miguel, que las componentes ambientales que reciben el nivel de impactos totales más altos son el agua, los suelos y el aire, sin embargo la explotación de los yacimientos, que genera fuente de empleo y materia prima para las construcciones, genera impactos negativos como aumento de los niveles de ruido y polvo a la atmósfera, deforestación, erosión y contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, acarrea además modificación del relieve y del paisaje. Como conclusión plantea que la aplicación eficaz del plan de rehabilitación propuesto en el área de estudio, permitirá disminuir o mitigar los impactos

ambientales negativos generados por la explotación de áridos en la cuenca hidrográfica Sagua Miguel.

La empresa GEOCUBA (2010) realizó el Estudio de Impacto Ambiental al proyecto de extracción de arena, en el tibaracón del río Toa. En esta investigación se plasmó las características generales del proyecto así como posibles impactos directos, indirectos y residuales, efectos positivos y negativos, afectaciones reversibles e irreversibles y se elaboró una propuesta del plan de prevención de impactos negativos que incluye las medidas para atenuar los efectos adversos. También se propusieron alternativas tecnológicas y constructivas para el proyecto y sus características, incluyendo las variante de no ejecución y abandono.

La Empresa Forestal Baracoa (2014), en la investigación realizada para la solicitud de licencia ambiental del Aserrío Toa, queda plasmado un resumen detallado sobre los posibles daños que puede ocasionar este a la cuenca hidrográfica sobre la zona de estudio teniendo en cuenta elementos como el clima, flora, suelo y en especial la fauna que es muy rica en su diversidad y endemismo. De acuerdo a las características ambientales se elabora un plan de manejo para la rehabilitación de la zona de impacto.

De este trabajo se pudo extraer los elementos fundamentales relacionado con las características del ecosistema debido al encontrarse en la propia cuenca e incidir en su calidad ambiental.

Ulloa, et al. (2014), señala los principales impactos de la extracción de minerales, y plantea que esto está dado debido a que desde el comienzos del siglo XX, el sector de la minería ha experimentado un alto grado de mecanización, haciendo posible mover grandes volúmenes de rocas para extraer los minerales de los yacimientos de la corteza terrestre. Esta actividad, cuyo fin es abastecer a la sociedad de las materias primas necesarias, señala que trae consigo una serie de alteraciones sobre el medio ambiente, entre las que cabe destacar: la degradación del paisaje, la desaparición del uso productivo de la tierra, el aumento de la erosión de la zona al desaparecer la cubierta vegetal y la posible contaminación por sustancias tóxicas.

Sobre la caracterización minero ambiental de la industria de materiales de construcción se han realizado en el ISMM de Moa, numerosas investigaciones que tratan de las provincias Santiago de Cuba (2014), Holguín (2013) y Guantánamo (2013). Estos trabajos abordan la información relativa a cada yacimiento de forma general y caracterizan de la misma manera los aspectos minero- ambientales.

En este sentido, Guindo (2013) realizó la caracterización minero-ambiental de la industria de materiales de construcción de la provincia Guantánamo. En el documento analizó la estructura productiva de esta industria de la provincia de Guantánamo y las características geológicas y minero- técnicas de cada yacimiento en explotación, identificó los efectos ambientales que se manifiestan en cada cantera y las medidas generales de mitigación de los impactos ambientales negativos. En el trabajo demostró que todos los yacimientos producen impactos negativos y positivos significativos y propone medidas para desarrollar una minería responsable, sin embargo el autor no profundiza en las características de cada yacimiento y trata de forma general los impactos de la explotación del yacimiento Tibaracón del Toa.

Montes de Oca, et al. (2014) realizaron una investigación sobre la explotación de arena en el yacimiento Tibaracón del Toa fundamentado en una evaluación de impacto ambiental. En él se plantea que los ríos y humedales se encuentran entre los ecosistemas más degradados y que sufren una mayor regresión en su extensión y estado de conservación debido a la actividad minera, en las últimas décadas, con el consiguiente perjuicio para sus especies características y consecuentemente para la calidad del agua. Añaden que la restauración fluvial constituye en la actualidad una necesidad perentoria y una herramienta de gestión imprescindible dado el avanzado estado de alteración de los cauces fluviales y sus riberas, consecuencia de muchos años de uso y abuso de los ecosistemas acuáticos. Como resultado proponen una serie de medidas preventivas y correctoras que habrá de adoptarse para la minimización del impacto sobre el entorno, a fin de compatibilizar la explotación y la preservación del medio natural.

El año 2015, Quiñones caracteriza los diferentes impactos que generan la explotación y procesamiento de la cantera arenera Juraguá y proponen la solución para mitigar los efectos negativos que produce al medio ambiente, para así

salvaguardar el patrimonio que representa el medio y los recursos naturales para legarlos a las futuras generaciones.

## **1.2. Fundamentos legales de la investigación**

Las principales figuras jurídicas relacionadas con la minería y el medio ambiente en Cuba son:

Constitución de la República de Cuba

La Ley No 76 de Minas

Decreto–Ley No. 222 Reglamento de Ley de Minas.

La Ley No 81 de Medio Ambiente

Decreto–Ley No. 200 De las contravenciones en materia de medio ambiente.

Resolución No132-2009 Reglamento Evaluación Impacto Ambiental

Ley No. 85 Ley Forestal.

Decreto–Ley No.136 Del patrimonio forestal y fauna silvestre y sus contravenciones.

En la Constitución de la República de Cuba, aparecen los elementos básicos de la protección del medio en el país.

En su artículo 11 es referido a la soberanía que ejerce el estado plantea en sus incisos:

b) sobre el medio ambiente y los recursos naturales del país;

c) sobre los recursos naturales, tanto vivos como no vivos, de las aguas, el lecho y el subsuelo de la zona económica marítima de la República, en la extensión que fija la ley, conforme a la práctica internacional.

En el artículo 27 plantea.-El Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras. Corresponde a los órganos competentes aplicar esta política.

Es deber de los ciudadanos contribuir a la protección del agua, la atmósfera, la conservación del suelo, la flora, la fauna y todo el rico potencial de la naturaleza.

Ley 76 de Minas y su Reglamento: Tiene como objetivos establecer la política minera y las regulaciones jurídicas de dicha actividad de manera tal que garanticen la protección, el desarrollo y el aprovechamiento racional de los recursos minerales en función de los intereses de la Nación, trazando directivas obligatorias controladas por los funcionarios del Gobierno vinculados con la actividad.

La Ley contempla en el Artículo 41 de las obligaciones generales de los concesionarios, entre otras lo siguiente:

Preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área objeto de la concesión, elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto derivado de sus actividades; tanto en dicha área como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquellos que puedan ser afectadas.

El Artículo 43 plantea como obligaciones de los concesionarios de explotación entre otras lo siguiente:

Planificar los trabajos necesarios para la restauración o acondicionamiento de las áreas explotadas, en los términos que se establezcan por el Órgano Local del Poder Popular y la autoridad competente, según el caso, creando los fondos financieros necesarios para estos fines.

En el decreto ley No. 222 Reglamento de Ley de Minas, recoge todas las regulaciones legales que el concesionario debe cumplir para hacer uso de la concesión que les sea asignada.

Ley 81 de Medio ambiente:

Tiene como objeto establecer los principios que rigen la política ambiental y las normas básicas para regular la gestión ambiental del Estado y las acciones de los ciudadanos y la sociedad en general, a fin de proteger el medio ambiente y contribuir a alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible del país. También plantea esta ley, que el medio ambiente es patrimonio e interés fundamental de la nación y que el Estado ejerce su soberanía sobre el medio ambiente en todo el territorio nacional y en tal sentido tiene el derecho de aprovechar los recursos que lo componen según su

política ambiental y de desarrollo. Por lo cual establece y facilita los medios y garantías necesarias para que sea protegido de manera adecuada y oportuna el derecho a un medio ambiente sano que es un derecho fundamental de todos los ciudadanos.

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

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

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

Decreto Ley 190: La Ley de Medio Ambiente, de fecha 11 de julio de 1997, establece los principios que rigen la política ambiental del país y las normas básicas para regular las acciones de los ciudadanos y la sociedad en general, a fin de proteger el medio ambiente y contribuir a alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible del país y por su artículo 12 inciso h, dispone que corresponde al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con otros Órganos y Organismos competentes, instrumentar la política ambiental en materia de seguridad biológica y controlar su implementación.”

Decreto ley No. 200: A los fines de instrumentar la política ambiental nacional mediante una gestión ambiental adecuada, es esencial contar con un sistema de medidas administrativas ágil, eficaz y flexible, de modo que toda persona natural o jurídica, nacional o extranjera que infrinja la legislación ambiental vigente, poniendo en peligro o dañando el medioambiente, sea sancionada administrativamente en esta vía con independencia de otras responsabilidades que pudieran derivarse.

Decreto ley 212: La Ley No. 81 de 11 de julio de 1997, Ley del Medio Ambiente, incluye entre los recursos marinos la zona costera y su zona de protección, las bahías, los estuarios y las playas, la plataforma insular, los fondos marinos y los recursos naturales vivos y no vivos contenidos en las aguas marítimas y sus zonas emergidas y establece los principios generales para su conservación y mejora conforme a la política integral de desarrollo sostenible del país y los principios enunciados en el capítulo 17 del Programa 21, adoptado en la Conferencia de Naciones Unidas, sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro, Brasil, en junio de 1992.

Resolución No 132-2009 Reglamento Evaluación Impacto Ambiental

Artículo 2: La Evaluación de Impacto Ambiental tiene los objetivos siguientes:

- a) Asegurar que los potenciales impactos ambientales sean debidamente previstos en una etapa temprana del diseño y la planificación del proyecto, mediante la identificación de las medidas para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar los posibles impactos negativos y realzar los posibles impactos positivos, así como la presentación de alternativas que los eviten o minimicen al máximo, para la toma de decisiones.
- b) Examinar en qué forma el proyecto puede causar impactos a las comunidades, a otros proyectos de desarrollo social y al medio ambiente en general.
- c) Propiciar la evaluación y la valoración económica de los efectos ambientales previstos y el costo de la reducción de los efectos ambientales negativos.

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

- a) Establecer los principios y las regulaciones generales para la protección, el incremento y desarrollo sostenible del patrimonio forestal de la nación.
- b) Controlar los recursos del patrimonio forestal por medio de las regulaciones establecidas y de los órganos y organismos competentes.

c) Promover e incentivar la repoblación forestal con fines económicos, de protección o sociales, así como los manejos silvícolas en plantaciones y bosques naturales.

d) Conservar los recursos de la diversidad biológica asociados a los ecosistemas forestales.

e) Proteger los bosques contra los desmontes, las talas irracionales, los incendios forestales, el libre pastoreo, las plagas y enfermedades, así como de otras acciones que los puedan afectar.

f) Regular el uso múltiple y sostenible del patrimonio forestal y promover el aprovechamiento racional de los productos no madereros del bosque.

Decreto Ley No136 Del patrimonio forestal y fauna silvestre y sus contravenciones, tiene como objetivos generales.

a) establecer las regulaciones generales para la protección, la conservación, el desarrollo sostenible, el incremento y el uso racional de los bosques y la fauna silvestre, así como de los árboles de especies forestales que se localicen fuera de las áreas del patrimonio forestal; y

b) controlar los recursos del patrimonio forestal y faunísticos a través de las regulaciones establecidas.

Decreto-Ley No 138 De las aguas terrestres: El presente Decreto-Ley tiene por objeto desarrollar los principios básicos establecidos en el Artículo 17 de la Constitución de la República y la Ley de Protección del Medio Ambiente y del Uso Racional de los Recursos Naturales, en relación con las aguas terrestres, tanto superficiales como subterráneas, así como regular, sobre la base de esos principios:

a) Las peculiaridades relativas al aprovechamiento, la explotación, la conservación, el saneamiento, y el uso racional de este recurso natural.

b) La protección de las fuentes, cauces naturales, obras e instalaciones hidráulicas del país.

c) La protección de las actividades económicas y sociales y del medio ambiente natural contra los efectos nocivos que pudieran causar las aguas terrestres.

h) Las actividades relacionadas con el riego y el drenaje agrícola, así como con los sistemas de acueducto, alcantarillado y drenaje pluvial.

d) La cuantificación, el planeamiento y la administración de los recursos hídricos.

El Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA), en el año 2001 emitió las guías para la realización de las solicitudes de Licencia Ambiental y los Estudios de Impacto Ambiental, para los diferentes tipos de proyectos. A partir de 2009, se dispone de una actualización de la guía, que constituyó una herramienta de extraordinario valor en la realización de este trabajo.

A partir de la década de los años 80, el Estado cubano dictaminó la realización del Sistema de Normas Cubanas dirigidas en el orden geográfico, al óptimo ordenamiento territorial del país en consonancia con el necesario equilibrio entre el uso racional de los recursos naturales, la protección y conservación de la naturaleza y la calidad del hábitat humano.

A continuación se exponen las principales normas relacionadas con la explotación de recursos naturales.

Tabla 1. Principales normas relacionadas con la explotación de recursos naturales.

Número	Año	Denominación
NC 93-01-209 90	1990	Procedimientos de cálculo para la determinación de la zona de protección sanitaria
NC 93-02	1985	Agua potable. Requisitos sanitarios y muestreo
NC 93-02-104	1986	Reglas para la vigilancia de la calidad del aire
NC 93-02-203	1986	Requisitos generales para el muestreo del aire
NC 93-03-104	1987	Términos y definiciones. Suelos

Número	Año	Denominación
NC 93-04-101	1987	Suelos Clasificación según el uso
NC 93-06-101	1987	Términos y definiciones. Paisajes
NC 22	1999	Lugares de baño en costas y en masas de agua interiores. Requisitos higiénico-sanitarios.
NC23	1999	Franjas forestales de las zonas de protección de embalses y cauces fluviales
NC 28	1999	Calidad del suelo. Clasificación de las tierras afectadas para la restauración
NC 29	1999	Calidad del suelo. Restauración de las tierras. Términos y definiciones.
NC 31	1999	Calidad del suelo. Requisitos para la protección de la capa fértil del suelo al realizar trabajos de movimiento de tierra.

Las normas ISO 14 000 también fueron adoptadas por Cuba y en este sentido se promulgaron las Normas ISO cubanas (Tabla 2) que reglamentan todo lo referente a la gestión ambiental de las empresas.

Tabla 2. Normas cubanas de la serie ISO14 000.

Número	Denominación
NC 14001:1998	Sistema de gestión ambiental. Especificación y directrices para su uso.
NC 14004:1998	Sistema de gestión ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo.
NC 14010:1998	Directrices para las auditorías ambientales. Principios generales.
NC 14011:1998	Directrices para las auditorías ambientales - procedimientos de auditorías de y sistemas de gestión ambiental.
NC 14012:1998	Directrices para las auditorías ambientales – Criterios de calificación para los auditores ambientales
NC-14020:1999	Etiquetas y Declaraciones Ambientales. Principios Generales
NC-14024:1999	Etiquetas y Declaraciones Ambientales. Etiquetado Ambiental Tipo 1. Principios y Procedimientos.
NC-14040:1999	Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Principios y Estructuras.
NC 14041: 2000	Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Definición del objetivo y alcance y análisis del inventario
NC 14021: 2001	Etiquetas y declaraciones ambientales. Auto declaraciones ambientales .Etiquetado ambiental Tipo II(ISO 14021: 1999, IDT)
NC 14031: 2001	Gestión ambiental. Evaluación del desempeño ambiental. Directrices (ISO 14031: 1999, IDT)
NC 14042: 2001	Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Evaluación del impacto del ciclo de vida. (ISO 14042: 2000, IDT).

## CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

En el capítulo se exponen las características generales de la zona de estudio, la geología y los elementos del sistema de explotación.

### 2.1 Caracterización del municipio Baracoa, provincia Guantánamo



Figura 1. Mapa del municipio Baracoa, provincia Guantánamo

Baracoa es de origen araucano y significa existencia del mar. Hoy la llaman ciudad primada, ciudad paisaje, ciudad de las aguas y ciudad de las montañas, está envuelta en macizos montañosos, adornados por una rigurosa vegetación de bosques vírgenes, pletóricos de flora y fauna endémica, con ríos cristalinos y playas rodeadas de uvas caletas, almendros y cocoteros, lo que la hace poseer un sello distintivo, si la comparamos con el resto del país.

Es la ciudad más antigua de Cuba por ser la primera villa que fundaron los españoles el 15 de agosto del año 1511, al iniciar la colonización de la Isla en el Siglo XVI, con el nombre de “Villa de Nuestra Señora de la Asunción de Baracoa”. Declarada Monumento Nacional, la ciudad es bañada por el Río Miel y entre sus atracciones naturales se encuentra el Río Toa, el Río Yurumí y el Yunque de Baracoa, rizada por un complicado sistema montañoso llamado Grupo Orográfico Zagua-Baracoa que se caracteriza por ser una región intensamente quebrada por abundantes y altas

montañas, cubierta por los más espesos bosques cubanos, por donde fluye la más importante red hidrográfica cubana con corrientes como el río Toa, el más caudaloso del país.

También es conocida como la tierra de las cuchillas, las terrazas marinas, los tibaracones y el yunque. Tiene una topografía abrupta, con muy pocas zonas llanas. Cerca del 95% del área total del municipio tiene un relieve de alturas clasificado como premontañoso, de montañas pequeñas y bajas. Caracteriza el relieve la existencia de cuchillas con pendientes mayores del 15%, así como la formación de diferentes estructuras geológicas. El 5% restante lo conforma una pequeña franja.

El territorio ocupa un área de 974,36 km<sup>2</sup> y alcanza su mayor extensión de este a oeste entre la desembocadura de los ríos Yurumí y Jiguaní. Es el mayor municipio de la provincia de Guantánamo; ocupa el 15,3% del territorio provincial.

Se encuentra situada al norte de la provincia de Guantánamo. Limita con otros municipios: al sureste con Maisí, al suroeste con Imías y San Antonio del Sur, y al oeste con Yateras y Moa, este último perteneciente a la provincia de Holguín.

Hacia el este de la Sierra de Moa se encuentra el Yunque, montaña de 575 m de altura. Se distingue por su forma peculiar, semeja una gran meseta aislada de superficie horizontal y laderas casi verticales. Constituye el símbolo natural de la ciudad de Baracoa y fue declarado Monumento de la Naturaleza.

El rasgo distintivo de la morfología litoral lo constituyen los tibaracones, camellón conformado por una gran barra o cortina de arena, palizadas y sedimentos que el oleaje vivo del mar levanta en la boca de los ríos, paralela a las playas. Al romper las lluvias los ríos descienden en avenidas cuyas aguas son temporalmente represadas por la cortina.

Baracoa tiene un total de 65 entidades económicas. La producción material del municipio se estructura en seis sectores, entre los cuales el de mayor peso es el industrial. Otros renglones que aportan son la construcción, mantenimiento de la red de viales y la actividad científico técnica. En la esfera de los servicios sobresale el

turismo, con una significación creciente por su aporte a la producción mercantil. (Bustamante, 2015).

## 2.2 Características del yacimiento

### 2.2.1 Ubicación geográfica

El yacimiento se localiza en el municipio Baracoa consejo popular Mabujabo (Figura 2), en la desembocadura del río Toa, específicamente sobre el tibaracón, que se origina producto a la acumulación de arena de origen fluvial, formada entre el oleaje del mar y la margen derecha del río. Sus coordenadas geográficas son las siguientes: 20° 23' 16" N y 74° 32' 49" O. El punto de extracción de arena se localiza geográficamente en la desembocadura del río Toa, en una llanura abrasivo acumulativa de origen fluvio marina.

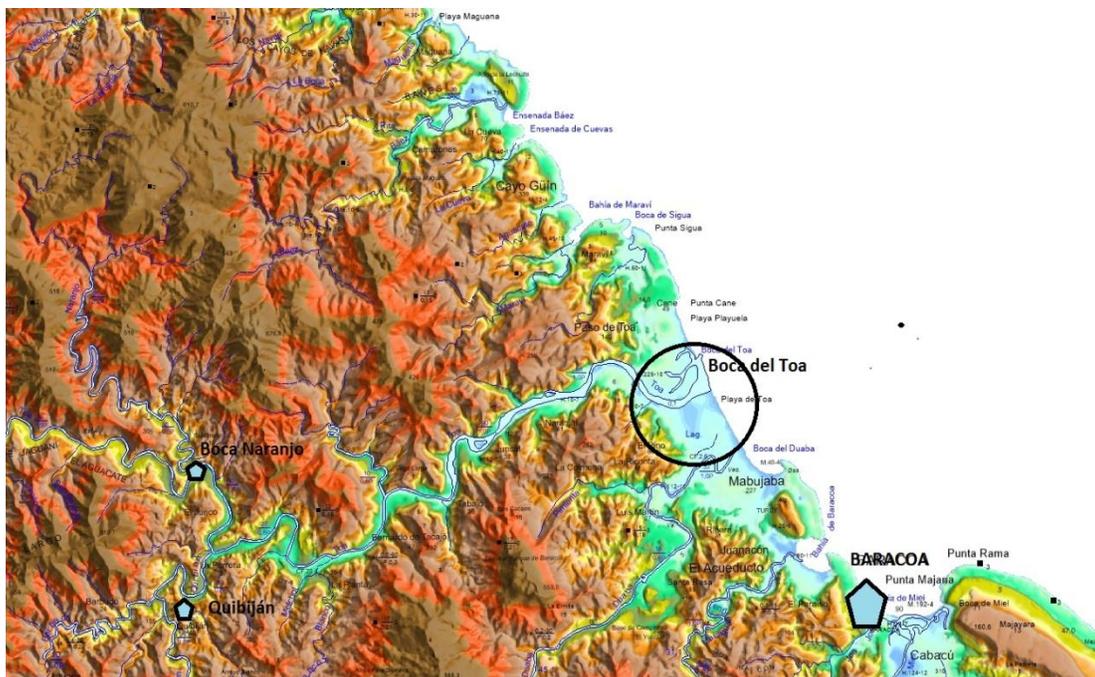


Figura 2. Macrolocalización del área de estudio

### 2.2.2 Delimitación del área de estudio

El área de estudio tiene como límites físico los siguientes.

Noreste: Océano Atlántico.

Sur: Centro de alevinaje “Combate de Pino de Duaba”.

Oeste: Cauce del río Toa.

Sus coordenadas Lambert se muestran en la tabla 2.1.

Tabla2.1. Coordenadas de ubicación del yacimiento Tibaracón del Toa

Número	Coordenadas x	Coordenadas y	Altura
Mon - 1	740 359, 141	195 012,189	1,333
Mon - 2	740 401, 540	195 024,076	2,282
Mon - 3	740 527, 604	194 567,209	2,105
Mon - 4	740 485,135	194 553,356	0,709
Mon - 1	740 359, 141	195 012,189	1,333

Fuente: Proyecto de explotación de árido, Empresa Materiales de la Construcción.

### 2.2.3 Relieve del yacimiento



Figura 3. Vista general del área de estudio

El relieve se caracteriza por exhibir un relieve de llanura baja acumulativa, de origen fluvio-marino, posee 2500m de largo y 2 000 m de ancho, morfométricamente se levanta desde los 0 – 5 msnm, perpendicular a la costa. Hacia la parte interior se torna plana, parcialmente inundada hacia el NE del río Toa.

Resulta muy típico el delta lineal que forma frente a la desembocadura. Este constituye un importante banco arenoso de origen fluvial conocido con el nombre de “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 (Figura 3).

Posee una altura que oscila entre los 0-2 m snm, la pendiente más suave se presenta en la orilla al mar, la margen fluvial derecha constituye la de erosión del río y forma una concavidad hacia él (GEOCUBA).

#### 2.2.4 Flora

La flora de la cuenca es muy variada, con una elevada concentración de especies exclusivas de las serpentinitas, roca típica de esta región. Su elevado endemismo está condicionado por la antigüedad del territorio, suelos, alturas y montañas muy complicadas, alta pluviosidad y existencia de rocas con elevada toxicidad para las plantas. Por ello es considerada como el mayor centro de diversificación y principal centro de evolución de la flora serpentínica latifolia de Cuba.

Como muestran estudios realizados en áreas de la Reserva de Biosfera Cuchillas del Toa (RBCT) y otras adyacentes fundamentalmente, pertenecientes a los núcleos, hasta la actualidad se han inventariados y listados unas 1501 especies de plantas. Se estima que cuando se profundicen las investigaciones, la riqueza florística sobrepase las 2000 especies vegetales (Tabla 2.2).

Tabla 2.2. Listado taxonómico de la flora general en la cuenca del Toa.

Grupos botánicos	Familias botánicas	Número de especies	Especies endémicas cubanas	Especies endémicas Regionales	Especies Amenazadas de extinción
Helechos	23	300	37	-	25
Plantas con flores	123	1071	616	291	23
Plantas cultivadas y asilvestradas	21	130	7	-	3
TOTALES	167	1501	660	291	51

Aquí no se incluyen otros grupos vegetales como los musgos, hepáticas y hongos, también son los menos estudiados y conocidos en Cuba y en la Reserva de la Biosfera Cuchilla del Toa. Aunque en el Parque Nacional Alejandro de Humboldt se ha profundizado más (Plan de manejo, Cuchillas del Toa 2014-2020).

### **2.2.5 Clima**

#### **El Viento**

Cuba se encuentra en el cinturón tropical y por eso queda bajo la zona de acción de los Alisios que predominan del noreste en invierno y del este en el verano pero, las características orográficas del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa produce una serie de brisas locales de considerable magnitud que son capaces de modificar o perturbar el curso normal de los Alisios. Los vientos locales más importantes son la Brisa Marina que durante el día refuerza a los Alisios en la vertiente norte y el Terral que durante la noche los debilita. También se manifiestan con las brisas de valles durante el día y las brisas de montaña que en el horario nocturno desciende hacia las partes bajas.(Boytel,F.1972referido por Bustamante 2015).

La cuenca del Toa está abierta hacia el estenoreste y recibe, tanto en el invierno como en el verano, durante el día y la noche, un flujo predominante desde el noreste al este que está obligado a remontar el arco de montaña que limita a la cuenca.

Otro aspecto del viento que tiene gran incidencia en el comportamiento de las precipitaciones, es la confluencia o convergencia obligada a la que se someten las corrientes de aire en el interior de la cuenca debido a su forma y orientación. La distribución del campo de viento, en esta área no se aprecia con los anemómetros de superficie instalados en su interior, pero la forma y movimiento de las nubes bajas, y los registros de vientos tomados en los parte aguas del sur y oeste, evidencian que se mantiene una fuerte corriente de aire del primer cuadrante a baja altura, que utiliza para deslizarse una cuña de aire generalmente en calma, que se extiende desde cerca del nivel de los bordes de la cuenca en el sector Sierra del Purial-Cuchillas del Toa, hasta cerrar en el flanco oeste con Cuchilla de Moa y Pico Toldo hasta la costa del Atlántico. La deformación eólica de la vegetación es también una elocuente prueba de la estabilidad de este régimen, que sólo se modifica bajo determinadas situaciones meteorológicas que orientan las corrientes de aire desde otro cuadrante. (Montenegro,U.1991,referido por Bustamante 2015).

En general, las características topográficas de la zona de estudio introduce una modificación muy especial en los vientos de manera, que mientras a bajas alturas el viento se comporta de una forma (por lo general predomina del nordeste al este) en la superficie, el aire queda libre y se desarrollan las brisas de montañas durante las noches trasladando aire frío desde las partes más altas hacia el fondo de los valles y cañones de los ríos. Este movimiento es lento y termina en un estancamiento o capa de aire donde existe una inversión térmica.

Los vientos, en sentido general, predominan del nordeste en el invierno y del este en el verano. Su velocidad es relativamente baja: en las elevaciones dominantes alcanza como promedio entre 21 y 30 Km/h y presenta aproximadamente un 30% de calma. En otras zonas bien elevadas pero no dominantes presenta entre 11 y 20 Km/h y el 50 % de calma; mientras que en los valles, vaguadas y cañones su velocidad media es sólo de 4 a 10 Km/h y presenta un % de calma superior al 60 % (Montenegro, U. 1991) como ocurre en la estación de Yateras (Figura 9), que se encuentra a 440 m snm y rodeada de elevaciones superiores, que le provocan sombra eólica. (Montenegro, U. 1991).

### **Precipitaciones**

Nubosidad, causas y comportamiento: El hecho más importante que resulta del dinámico efecto del relieve de la zona de estudio, es la capacidad que tiene para formar nubes y precipitaciones, su efectividad responde a tres causas fundamentales:

- a) Su orientación respecto al viento predominante.
- b) Proximidad al océano.
- c) Forma de arco que tiene el parte agua del macizo montañoso en esa zona con altura media de 800 a 1000 m que obliga a ascender mecánicamente, la masa de aire que generalmente llega húmeda.

Cuando el viento tiene una dirección del norte al este, que es lo que allí ocurre normalmente, está obligado a entrar por la cuenca del Toa, como se vio anteriormente, si tiene un elevado contenido de humedad capaz de someter a la

masa de aire al nivel de saturación, en ascenso mecánico obligado, la condensa a muy baja altura. Normalmente en otras partes del país, el nivel de condensación por altura (NCA) oscila entre los 600 y 800 m; en condiciones normales el NCA en esta zona, se presenta entre 200 y 400 m, esto explica el hecho de que la mayor frecuencia de nubosidad y precipitaciones, no tenga relación con la altura como ocurre en el resto de los sistemas montañosos del país. Normalmente se dice que la nubosidad aumenta con la altura, hasta cierto nivel, pero en el área de estudio, la pendiente del aire estancado sustituye al de una superficie sólida y como el NCA es bajo, provoca la condensación y precipitación antes de llegar a la parte más alta del relieve. En esta zona todos los tipos de nubes bajas producen precipitaciones y cada uno responde a un grado de estabilidad de la atmósfera.

Cuando la estratificación es estable y el flujo está orientado hacia la cuenca, suelen formarse bloques de stratus a baja altura que producen lluvias continuas o intermitentes de poca intensidad pero en una extensa área sin preferencia de horario. Este caso es típico de invierno.

Cuando la estratificación es inestable condicionalmente (equilibrio indiferente) con el flujo dirigido hacia el interior de la cuenca, se forman cúmulos de gran desarrollo y como las líneas de corriente se desconectan del relieve, las nubes adquieren un desarrollo vertical moderado produciendo lluvias de intensidad moderada a fuerte desde Quibiján y La Planta hacia el oeste o sur del área en dependencia de donde sople el viento, estos nublados y lluvias tienen lugar a cualquier hora del día, pero son más frecuentes desde el final de la mañana y se presentan tanto en el verano como en el invierno.

Cuando la estratificación es inestable conectiva, las primeras montañas actúan como mecanismo de disparo, dando lugar a nubes de gran desarrollo vertical, hasta alcanzar categoría de cúmulos nimbus, que producen lluvias localmente intensas. Estas condiciones son propias del verano a partir del mediodía y hasta el final de la tarde, aunque ocasionalmente ocurren bajo determinadas condiciones del tiempo durante la noche y desaparecen con la salida del sol. Es necesario aclarar que estas nubes tormentosas comienzan su desarrollo más temprano que en el resto de la

región oriental y sus topes no alcanzan, normalmente, alturas tan grandes como la del valle central o las llanuras del Cauto.

La nubosidad es elevada en toda la cuenca. Esta es la zona más nublada del país durante todo el año. El área menos nubosa, que es la que encuentra hacia el extremo oeste y , en especial hacia el suroeste, presenta una nubosidad media de 4 octavos y sólo uno o dos meses presentan 3 octavos, todos los demás presentan entre 4 y 5 octavos. El resto del área, es decir, la mayor parte de la cuenca promedia anualmente entre 5 y 6 octavos de nube.

Las mayores precipitaciones en esta zona se producen en el período noviembre-abril, coincidentemente con la llamada temporada invernal o poco lluviosa, contrariamente a lo que ocurre en gran parte del país. Una de las causas que contribuyen a esto es el estacionamiento de los sistemas frontales en esta región después de trasladarse por el Golfo de México, el resto del territorio cubano y el Paso de los Vientos, lo cual está estrechamente vinculado con la influencia del brisote sucio, acentuada por las características orográficas de la zona.

Como puede observarse en el mapa isoyético de la lluvia media anual (Figura 4) que se muestra a continuación, la zona de estudio es muy lluviosa especialmente hacia el centro y hacia el este, con registro siempre superior a 2000mm y, en gran parte, con acumulados superiores a los 3000 mm. Como también se puede observar los acumulados decrecen hacia el suroeste en cuyo extremo registra sólo 1500 mm al año.

## Temperaturas

Como puede observarse en el mapa isotérmico de la cuenca (Figura 4), sólo el extremo Este presenta valor medio anual superior a los 24<sup>o</sup> C. esto se debe a que en esta zona las alturas son menores y, por otra parte, está más próxima a la costa. El resto del área es totalmente fresco, en especial las mayores alturas que incluyen elevaciones superiores a 1000 m snm.

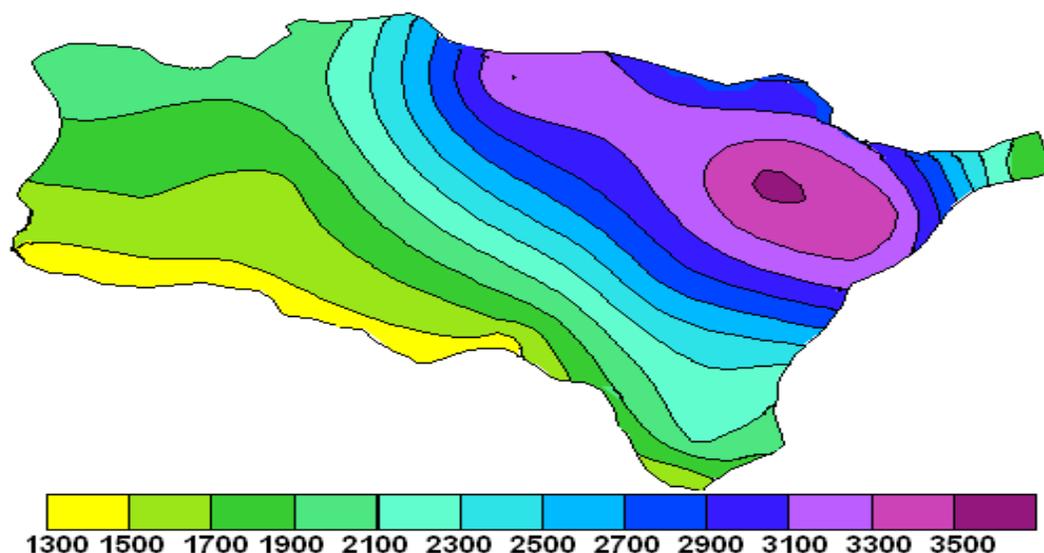


Figura 4. Mapa isoyético de la lluvia media anual.

En la figura 5 se puede observar que la temperatura mínima media del mes más fresco de la cuenca del Toa es relativamente baja ya que ni en la zona más próxima a la costa es superior a los 22<sup>o</sup> C y la mayor parte de su área presenta una media mínima entre 11 y 17<sup>o</sup> C. Lógicamente los registros más bajos se observan hacia el parte aguas en las zonas sur, oeste y noroeste de la cuenca por tener mayor altura y porque se encuentra más alejado de la zona de mayor condensación y mayor precipitación.

La temperatura máxima media del mes de julio (el más cálido) oscila entre 26 y 34<sup>o</sup> C. Sólo supera los 30<sup>o</sup> C el extremo este de la cuenca y en especial toda el área próxima a la costa en donde alcanza entre 32 y 34<sup>o</sup> C.

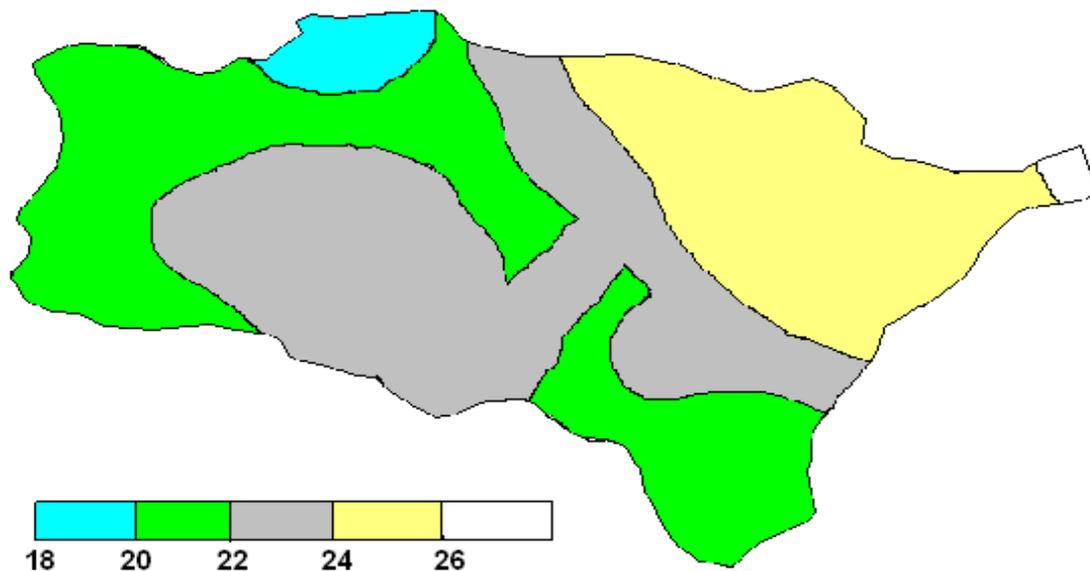


Figura 5 .Temperatura media. Cuenca del Toa. 1992-2002.

### **Humedad relativa**

La humedad relativa no presenta la estabilidad que se observa en la temperatura. Cualquier cambio, aunque sea temporal de la vegetación, sin que haya cambio climático, altera la humedad relativa. Por eso no se presenta ningún mapa al respecto. No obstante se presenta una tabla con datos de humedad y de nubosidad y temperaturas de 1 punto seleccionado lo más cerca de la zona de estudio (serie 1992-2002). La zona de estudio presenta altos niveles de humedad relativa todo el año. Hacia el noreste la humedad es mayor y, como ocurre con la lluvia y las nubes, sus mayores registros no se corresponden con las mayores alturas.

### **2.2.6 Hidrogeología**

El área se encuentra en la vertiente hidrográfica del norte cubano específicamente el río Toa y su desembocadura. Este río mantiene un escurrimiento anual de  $50 \text{ m}^3/\text{seg}$ , considerado entre los mayores del país y una de las 7 cuencas cubanas priorizadas por su importancia. La fuente de abastecimiento es de tipo pluvial, manteniendo un caudal estable y en su curso se han formado valles de diversos tipos de morfologías, en este caso corresponde con un valle plano de inundación.

Tabla 2.3.Promedio de temperatura media anual

<b>Variables</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>AÑO</b>
<b>Tem. Media</b>	21,4	21,3	21,9	23	24,1	25,2	25,4	25,4	24,6	24,2	23,5	21,9	23,5
<b>T. Máx. Media</b>	26,6	26,7	28	28,6	28,8	30,4	30,7	30,9	30,1	29,8	28,1	26,8	28,8
<b>T. Min. Media</b>	16,3	15,9	16,7	18,2	19	20,6	20,5	20,6	20,5	20	18,9	17,5	18,7
<b>Hr. Media</b>	88	86	85	84	88	87	86	86	88	89	89	89	87
<b>Hr. Máx. Media.</b>	99	98	98	98	99	98	99	98	98	99	99	99	98
<b>Hr. Min. Media</b>	77	76	76	76	76	73	73	77	79	78	80	79	77
<b>Nubosidad (1/8)</b>	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	6	5	5
<b>Evaporación</b>	75,7	60	82,7	79,3	67,9	70,4	88,3	75,9	63,1	61,9	53,8	49,3	828,3

En la desembocadura del río Toa aparece un delta lineal, como es típico de los ríos de Baracoa, con bancos arenosos que separan las aguas marítimas de las del río, que son conocidos como tibaracónes. Este aspecto es de suma importancia, pues estas franjas constituyen barreras naturales que influyen de manera determinante en el estado del medio natural, en caso de contaminación tanto marina como fluvial.

### **2.2.7 Vías de comunicación**

El acceso se realizará por la carretera que une a los municipios de Baracoa y Moa en la zona de Mabujabo, desviándose a través del camino El Pino –Playa de Toa, que conduce hasta el tibaracón, ambos presentan un estado constructivo malo, en el vial principal se observan varios tramos con grietas y baches que afectan la capa de rodamiento, el camino se encuentra desnivelado y con agujeros que dificultan la transportación.

### 2.2.8 Geología

Geológicamente el área de estudio se ubica en la región Cuchillas Moa –Toa, al NW, de la ciudad de Baracoa, específicamente en la desembocadura del río Toa desde playa Cane hasta la playa de Toa. Representada por una sedimentación terrígena, fluviomarina (arenas, grava, areniscas y calizas) que caracteriza las fases del desarrollo estructural.

Litológicamente está representada por rocas sedimentarias, siendo las serpentinitas las principales que la integran, seguido de los gabros, granodioritas y gabro diabasa estas se agrupan en dos complejos ingenieros geológicos (rocoso y semirrocoso).

Según el mapa geológico de Oriente a escala 1: 100 000, realizado por el Grupo de Cartografía Digital y Sistemas de Información Geológica (CASIG) del Instituto de Geología y Paleontología 2001, se destacan tres formaciones geológicas que se describen a continuación.



Figura 6. Formación río Macío

Formación Río Macío (río): 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 de edad Holoceno.

Formación Jutía (jut): ocupa parte del litoral costero, predominan los depósitos aluvio - marinos del Cuaternario con arcillas limosas e intercalaciones de limo, arena y grava, de edad Holoceno. (GEOCUBA).

### **2.2.9 Historia geológica**

El área de estudio está cubierta discordantemente por las formaciones del Neógeno y Cuaternario, las que ocupan una posición elevada en la parte N y E, las mismas se componen de secuencias de calizas y margas de nacencia subhorizontal, las que faltan por desgaste erosionar de la parte interior y occidental de dicha estructura, formando una ventana erosionar; se encuentran delimitadas al Oeste por la asociación Ofiolítico y al Sureste por la presencia de discordancias transgresivas de la formación Jutía.

### **2.3 Características de la actividad minera en el yacimiento**

Se estima que se depositan en el Tibaracón anualmente arenas de granulometría fina con un volumen aproximado de 509 058 m<sup>3</sup>. La cantidad aprobada en la microlocalización para la explotación es de 10 000 m<sup>3</sup> anual, lo que representa el 2 % de la tasa de remoción media anual. Está comprobado, además, la restauración natural del Tibaracón debido a que los sedimentos son dinámicos y renovables. (GEOCUBA).

Los beneficios sociales y económicos del proyecto radican en la mejorara de las condiciones habitacionales del territorio, se podrán construir 350 viviendas al año, obras para el desarrollo turístico e infraestructuras sociales, además de la restauración y reparación de las dañadas.

El peso potencial del proyecto sobre la economía de la localidad se fundamenta en los beneficios que serán generados por la construcción y restauración de viviendas e infraestructuras económicas y sociales.

Durante la etapa de explotación se originan un nuevo empleo, constituido por el custodio, encargado el mismo percibirá un salario de 305,50 pesos, y velará por el cuido del yacimiento. Los otros puestos están concebidos por la Empresa en su plantilla laboral.

Para la extracción del árido, la empresa “Materiales de la Construcción” tiene definido el personal calificado para acometer la explotación, avalada por el departamento de Capital Humano y los distintos requerimientos en los puestos de trabajo, en el municipio existe mano de obra disponible para asumir los empleos generados por el proyecto en todas sus etapas.

Debido al nivel tecnológico que presentan las maquinarias, la fragilidad potencial del ambiente y los antecedentes históricos de las extracciones anteriores, la mano de obra disponible tiene una elevada calificación y especialización para la explotación, comercialización, manejo y protección de los recursos mineros, los requisitos laborales se expresan en la tabla 2.4.

Para la descripción del proyecto se evaluarán los indicadores definidos en la guía específica correspondientes a proyectos de obras o actividades relacionados con la minería.

El proyecto se clasifica como minería a cielo abierto. En Cuba los métodos de laboreo a cielo abierto para la extracción de mineral se clasifican como sistemas con transporte, el volumen total de extracción de los mismos se realiza por este sistema, pero los va a diferenciar básicamente el equipamiento de extracción y su forma de empleo.

Las ventajas de este tipo de explotación radica en:

1. No se requiere la utilización de un triturador de árido para la obtención del producto final.
2. El consumo de portadores energéticos es muy bajo.
3. No es preciso el empleo de explosivos.
4. No se necesita crear patios para acarrear áridos, la arena será comercializada directamente en el sitio de extracción.
5. Existen condiciones favorables que facilitan el acceso al área de explotación.

### 2.3.1 Características de las arenas que se explotan en el yacimiento

Tabla 2.4. Características del mineral.

Características físicas	Min.	Max.	Promedio ponderado
Peso específico corriente g/cm <sup>3</sup>	2,42	2,57	2,49
Absorción %	1,3	2,38	2,30
Peso unitario suelto t/m <sup>3</sup>	1 156	1 314	1 228
Mod. Finura	0,85	2,13	1,36
Placa colormétrica	A	A	A
% grava	1,06	60,39	10,50
% arena	34	9,74	81,45
% arcilla	5,51	10,58	8,05
Características químicas	Min.	Max.	Promedio ponderado
CaO	2,40	3,66	3,03
Si O <sub>3</sub>	45,94	47,92	46,93
Fo <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,76	8,36	8,06
SO <sub>3</sub>	Tr	Tr	Tr
CL	Tr	Tr	Tr

### 2.3.2 Tecnología a emplear

Las extracciones se realizan fundamentalmente en la época de seca, comprendida entre los meses de noviembre – abril, con el objetivo de evitar el menor número de afectaciones por eventos climáticos.

La barra de arena definida por proyecto será dividida en cuatro cuadrantes o sectores para la planificación y explotación, iniciándose según proyecto de N a S por los sectores I, II, III y IV respectivamente como se muestra en la figura 7.

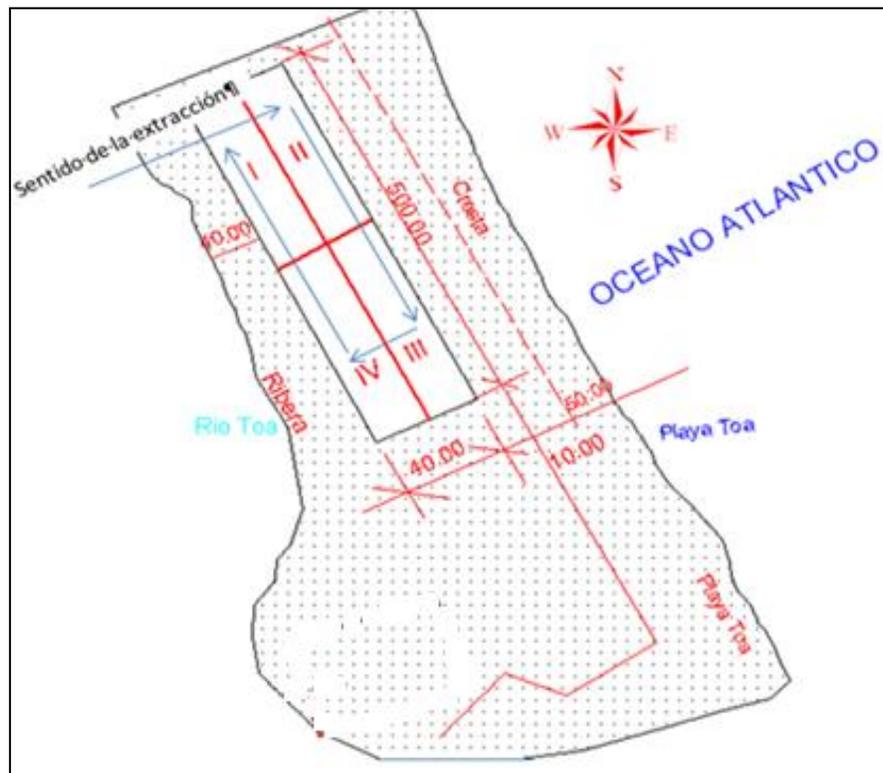


Figura 7. Esquema de explotación.

La tecnología a emplear se basa en la utilización de un cargador frontal para efectuar la extracción y carga de arena hacia los camiones de tiro, encargados de su transportación.

Primero se realiza la limpieza con el objetivo de acopiar los desechos sólidos que fueron depositados por las corrientes fluviales, marinas y el oleaje. Para esta actividad se utiliza un cargador frontal que profundiza 0,25 m y camiones de volteo

para depositar los sólidos en un área fuera del sitio a extraer a una distancia de 200 m con respecto a la barra de extracción.

La extracción se realiza en un perímetro aprobado por la microlocalización de 500,00 m de largo y 40,00 m de ancho, con una profundidad que no sobrepasará los 0,50 m, se espaciarán por trimestres a 2 500 m<sup>3</sup> por cada uno, hasta completar los 10 000 m<sup>3</sup> al año. Las operaciones serán realizadas a no menos de 40,00 m de la orilla del río, se separará de la cresta del Tibaracón 10,00 m por su lado Norte y Noroeste.

El árido se comercializa directamente en el sitio, teniendo en cuenta las características del yacimiento no será necesario procesar el material. (GEOCUBA)

El equipamiento técnico para acometer la explotación del árido es un cargador sobre neumáticos, Volvo BM 4400 con las siguientes características técnicas.

Rendimiento 80 m<sup>3</sup>/h

Capacidad del cubo 2,5m<sup>3</sup>

Consumo 0,014m<sup>3</sup>/h

El traslado de la arena extraída se realiza con el transporte automotor que la empresa tenga disponible o el asignado por la empresa que contrate el servicio.

En la extracción no se utilizan otros recursos naturales ni materia prima debido a que las características físico - mecánicas óptimas de la arena que no lo hacen necesario.

Se emplean como productos químicos: combustibles y lubricantes, obligatorios para el funcionamiento del equipo, el que se repara y habilita fuera del área de proyecto.

La arena se empleará para la ejecución de las distintas labores constructivas del municipio en la construcción y reparación de infraestructuras sociales, económicas, así como viviendas; la misma se distribuirá en el área a todos los proveedores (estatales o particulares).

Los posibles puntos de vertimiento de los escombros generados por la limpieza no están especificados, aunque está estipulado que deben ser dispuestos en puntos alejados del área de extracción.

Los desechos sólidos, residuales líquidos y emisiones gaseosas generadas por la actividad son:

Emisiones gaseosas, debido a la actividad extractiva y el traslado del material generados por los equipos y vehículos automotrices.

Desechos sólidos. Se generan en la etapa de limpieza, previos a la explotación, al eliminar una capa de 0,25 m, constituida por restos de árboles, envases de plásticos, vidrios, cartón y otros. El volumen de los escombros no aparece en la memoria descriptiva del proyecto, debido a que no constituyen cantidades significativas por lo cual no ha sido necesaria la construcción de una escombrera.

La Empresa carece de un plan de manejo, tratamiento y disposición de los residuos sólidos. Los mismos se disponen en un sitio previsto cercano a la Entidad, que no posee los requerimientos ambientales necesarios.

La vida útil del proyecto, solicitada por la Empresa Materiales de la Construcción es un período de explotación de 25 años.

En el Anexo 1 se muestran diferentes imágenes del yacimiento y del estado del medio ambiente en el área de estudio.

## **CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN MINERO-AMBIENTAL DEL YACIMIENTO TIBARACON DEL TOA**

A continuación se realiza la caracterización minero-ambiental del yacimiento a través de la identificación y caracterizan los impactos ambientales que produce la actividad minera y se elaboran las medidas para mitigarlos.

### **3.1. Identificar los efectos ambientales que produce la explotación del yacimiento**

Se aplicaron elementos de la metodología cualitativa para el estudio de casos, entre los cuales se encuentran la observación, encuestas individuales y grupales, entrevistas a expertos y el estudio de informes que reflejaron el estado de opinión según los intereses de la comunidad. Las expediciones de campo actualizaron y ampliaron las informaciones temáticas disponibles y crearon nuevas fuentes de datos.

Para describir la situación ambiental del yacimiento se efectuó un inventario de los factores del medio para determinar posibles interacciones propias del proyecto.

(Tabla 3.1).

Las acciones que pueden causar impactos ambientales en la fase de explotación minera son:

- a) Destape
- b) Extracción carga del material útil.
- c) Transporte del material útil.

Los factores del medio susceptibles a recibir impactos se exponen en la Tabla 3.2

La evaluación de los impactos ambientales se hizo en base a experiencias anteriores, tanto en el ámbito nacional, como internacional.

Tabla 3.1 Inventario ambiental

	Factor	Características
Medio físico	Clima	Montañoso con elevado humedecimiento
	Agua superficial	Red densa
	Suelo	Pardos sin carbonatos, fersialíticos, Ferralíticos.
	Geología	Predominio de rocas hiperbásicas, metamórficas y graboides., con edades desde el Cretácico hasta el Cuaternario
Medio biótico	Flora	Pluvisilva montaña (bosques siempre verdes), manglares, montes costeros y cultivos temporales
	Fauna	Mamíferos y aves con alto grado de endemismo
Medio Socio-cultural	Paisaje	Parque Nacional Alejandro de Humbolt, gran atractivo paisajístico
	Uso del suelo	Cultivo del coco, café y cacao, viandas y forestales
	Empleo	El nivel de empleo bajo, vinculado a la actividad agrícola, debido a la ausencia de una base económica local

Tabla 3.2 Factores del medio

Medio físico	I. Suelo	II. Agua	III. Atmósfera
Medio biótico	IV. Flora y vegetación	V. Fauna	
Medio socioeconómico	VI. Población		
Medio perceptual	VII. Paisaje y morfología		

Para la identificación de los impactos se utilizaron las matrices causa-efecto de Conesa (1995), considerando este método el más indicado según el tipo de proyecto, el sitio específico de incidencia, los factores afectados y la rama de que se trata (Ayala Carcedo, 1994). Para la evaluación de los impactos se utilizó la tipología del autor, adaptada a las condiciones concretas del caso estudiado.

La importancia del impacto se calculó según la expresión (1)

$$I = Ca [3i + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Ef + Pr + Mc] \quad (1)$$

Los impactos ambientales se identificaron a partir de un análisis colectivo, logrando una evaluación que descansa en los siguientes parámetros:

- Intensidad (i): Es el grado de incidencia de la acción sobre el factor.
- Carácter (CA): De acuerdo a su aporte en términos de beneficio o perjuicio, se designa (+) para un impacto beneficioso y (-) para impacto perjudicial.
- Extensión (EX): Se refiere al área de influencia teórica de la acción sobre el factor, donde se clasifica de acuerdo a la siguiente forma:

Puntual = 1 Parcial = 2 Extenso = 3

- Momento (MO): Es el tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto, donde se clasifica de acuerdo a la siguiente forma:

Largo plazo (=10 años) = 1; Mediano plazo (<10años) = 2; Corto plazo (<3año) =3

-Persistencia (PE): Es el supuesto tiempo que permanecerá el efecto del impacto, por lo que se puede catalogar como:

Fugaz (<3año) =1; Temporal (<10 años y ≥3año) =2; Largo plazo (>10 años) =4

-Reversibilidad (RV): se refiere al plazo para la posible reconstrucción, por medios naturales, del factor afectado.

Corto plazo (<3 años) =1; Mediano plazo (<10 años y ≥3año) = 2; Irreversible (≥10 años) =3

-Recuperabilidad (RE): se relaciona a la posibilidad de reconstrucción parcial o total del factor afectado, por medio de la intervención humana (medidas correctivas)

Totalmente recuperable a: Corto plazo = 1; Mediano plazo = 2; Irrecuperable y admite medidas compensatorias=3

-Sinergia (SI): Es la intensificación por la acción de más de un efecto simple, pudiendo resultar en un efecto sucesivo. La valoración va desde:

No sinérgico = 1 Sinergismo moderado= 2 Altamente sinérgico=3

-Acumulación (AC): Se refiere al incremento del efecto del impacto sobre el factor en que actúa debido a su acumulación.

-Efecto (EF): El efecto puede manifestarse como consecuencia directa de la acción o no. De forma directa o primaria= 3; De forma indirecta o secundaria=1

-Periodicidad (PR): se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, puede ser clasificado de acuerdo a su aparición:

Irregular o impredecible =1; Periódica o cíclica=2, Constante en el tiempo=3

Se estableció que el impacto total (IT) define el carácter del impacto:

Si  $IT < 18$ : Impacto Irrelevante

Si  $IT, 18 - 40$ : Impacto Moderado

Si  $IT, 40 - 65$ : Impacto Severo

Si  $IT > 65$ : Impacto Crítico

El signo que antecede a los parámetros atiende al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de la acción.

Para la identificación y caracterización de los impactos fue necesario estudiar previamente las peculiaridades del medio donde se despliega el proyecto, haciendo énfasis en cada uno de los componentes ambientales presentes en el área, por tratarse de la región tan especial donde está enclavado el yacimiento, también porque está situado en un medio especialmente frágil, lo cual se deriva de una serie de interrelaciones existentes entre los elementos ambientales presentes y las acciones derivadas de las fases de explotación capaces de producir impactos sobre dichos componentes ambientales.

La caracterización ambiental se ejecutó a través de investigaciones ambientales realizados por GEOCUBA a la empresa, y en especial al objeto de estudio, también fue comprobado en las visitas realizadas. Además, se realizaron entrevistas y consultas a especialistas de la materia vinculados a la producción y al mundo académico.

Se identificaron los impactos siguientes:

I. Al suelo y orillas del río:

1. Inestabilidad y hundimiento en las orillas.

II. Al agua superficial:

2. Incremento del nivel de sólidos en suspensión, por remoción de los materiales al realizar la extracción, y por el tráfico de camiones.

3. Contaminación por combustibles y lubricantes.

III. A la atmósfera:

4. Incremento en el nivel de ruidos.

5. Disminución de la calidad atmosférica por emisiones de gases, polvo y partículas.

IV. A la flora y vegetación:

6. Afectación a plantaciones frutales y la formación de costa arenosa.

V. A la fauna:

7. Muerte por impacto directo de especies típicas de grupos faunísticos tales como: crustáceos, anfibios, reptiles y moluscos terrestres.

VI. A la población:

8. Incremento del nivel de empleo.

9. Mejoramiento de la red de transporte.

10. Mejoramiento de las comunicaciones.

11. Afectaciones a la salud de los pobladores que utilizan el agua del río para su consumo.

VII. Al paisaje y la morfología:

12. Modificación de las características visuales del paisaje.

13. Cambios en la morfología.

14. Disminución del atractivo paisajístico.

La relación de las acciones mineras con los factores del medio permitió elaborar la matriz de identificación de impactos (Tabla 3.3).

Tabla 3.3 Identificación de los impactos en la etapa de explotación minera

Factores ambientales		Operaciones mineras		
		a	b	C
Medio físico	I		1	
	II		2,3	2,3
	III	4,5	4,5	4,5
Medio biótico	IV		6	
	V	7	7	7
Medio socio-económico	VI	8,11	8,11	8,9,10,11
Medio perceptual	VII	12,13,14	12,13,14	12,13,14

En la Tabla 3.4 se valoran los impactos, aplicando la fórmula (1) y clasifican según el IT.

Tabla 3.4 Matriz de valoración de los impactos.

Impactos	Indicadores										
	Ca	i	Ex	Mo	Pe	Rv	Mc	Ef	Pr	I	IT
1	-	1	1	2	1	1	2	3	1	-15	I
2	-	3	3	3	3	3	2	3	3	-32	M
3	-	1	1	1	1	1	3	3	1	-15	I
4	-	3	2	1	1	1	1	2	2	-23	M
5	-	3	1	2	1	1	2	2	2	-21	M
6	-	3	2	3	1	2	2	3	2	-26	M
7	-	1	1	1	1	1	2	2	2	-14	I
8	+	1	1	1	1	1	1	1	1	11	I
9	+	2	2	2	2	1	1	2	2	20	M
10	+	2	2	2	2	1	1	2	2	20	M
11	-	1	2	1	1	2	2	2	1	-16	I
12	-	2	2	2	2	2	2	2	2	-22	M
13	-	1	1	1	3	3	3	3	3	-21	M
14	-	2	2	1	2	2	2	2	2	-21	M

Tabla 3.5. Matriz de evaluación de impactos

Factores ambientales	Operaciones						Evaluación
	a	b	c	Total(-)	Total(+)	Total	
I		-15		15	0	15	Bajo
II		-47	-47	94	0	94	Bajo
III	-44	-44	-44	132	0	132	Moderado
IV		-26		26	0	26	Bajo
V	-14	-14	-14	42	0	42	Bajo
VI	-27	-27	35	54	35	89	Moderado
VII	-64	-64	-64	192	0	192	Moderado
Total(-)	149	237	169				
Total(+)	0	0	35				
Total	149	237	204	590			

Definición de rangos por factores:

0-100 Bajo

101-250 Moderado

251-350 Alto

### **3.2 Propuesta de Medidas Preventivas, Correctoras y de Mitigación**

Las medidas correctoras fueron elaboradas a partir de los aspectos significativos negativos que intervienen en el medio. Con la correcta identificación y evaluación de los impactos se verá encaminada a la erradicación, en los casos que sea posible, de los efectos derivados de las actividades que se desarrollan en el yacimiento.

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

Al considerarse el suelo se tuvo en cuenta que la transformación de la geomorfología y la topografía es de carácter invariable, produciendo un crecida de la dinámica de los procesos de erosión, transporte y sedimentación, con la consiguiente pérdida de sus componentes esenciales, la compactación del suelo por el traslado de la equipamiento pesada y el transporte, y la contaminación por lubricantes y combustibles, el cual son inevitables.

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

Al considerar el agua superficial y subterránea se tiene en consideración la calidad del agua superficial. La actividad minera y el acumulación del material generan cambio en las propiedades físico-químicas de las mismas, también provocan alteración en la estructura del drenaje superficial por la formación de orificios y daños a los viales. Este impacto se considera intenso y extenso e irreversible en la mayoría de los casos.

Entre las medidas a tener en consideración se tiene:

1. No permitir el lavado de equipos de transporte y maquinarias en el río
2. Evitar el derrame de sustancias contaminantes como combustibles y lubricantes.
3. Minimizar las afectaciones a las áreas de vegetación.

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

En el aire se percibe una crecida del nivel de ruido por los trabajos de minería y transportación del recurso, así como de la contaminación por gases y polvo.

De la emanación de polvo se pueden derivar huellas sobre la salud humana y la calidad de vida de los habitantes próximos, también sobre la vegetación y cultivos agrícolas que se encuentran cercanos a la explotación. Es un impacto permanente mientras perdure la explotación. Estos cambios son intensos y extensos, inmediatos y recuperables a mediano plazo si se toman medidas correctoras como:

1. Riego de los caminos por donde transitan los equipos de carga y transporte para reducir la emanación de partículas de polvo a la atmósfera.
2. Mejoramiento de los viales principales al yacimiento y cumplimiento del régimen de velocidad de circulación establecido para los vehículos.
3. Mantenimiento periódico del equipamiento pesado, para lograr el uso racional del combustible y disminuir el ruido.
4. Plantación de vegetación que sirvan como barreras contra el ruido.

#### Protección de la flora y fauna

Medidas de mitigación de impactos:

1. Reforestación en la franja de costa con especies típicas del lugar para resarcir las posibles afectaciones a la flora y el suelo, así como promover la revegetación entre las estructuras sociales y de masa de los moradores de la zona, con ayuda de la entidad minera y de sus trabajadores, e impulsar un movimiento de recuperación del endemismo de las plantas.
2. Propiciar con medidas complementarias el regreso de los actores de la fauna del territorio
3. Revegetación compensatoria en áreas anteriormente degradadas por otras causas, de forma de compensar la pérdida de hábitats por la reconstrucción de un hábitat equivalente en términos de estructura y extensión

#### Protección al paisaje y morfología

Los cambios en el paisaje están asociados a la variación de sus componentes naturales en el área de explotación. Los cambios serán intensos, localizados,

permanentes e irreversibles en gran parte. La infraestructura recibe un impacto negativo débil por el incremento del tráfico terrestre, que puede convertirse en positivo por la utilización de los equipos de transporte para el traslado de la población. Los cambios serán intensos, abarcarán zonas más allá del área de explotación y su efecto positivo se presenta a corto y mediano plazo.

Medidas:

1. Plantación de árboles y arbustos que actúen como pantallas visuales.
2. Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a lo natural.

Protección a la Población

Medidas:

1. Disposición de carteles indicadores de peligro en zonas vulnerables.
2. Ubicar las tomas de agua para uso y consumo de la población fuera de la zona de influencia de la extracción.
3. Facilitar a la sociedad afectada los medios para la instalación y colecta de agua potable.
4. Apoyar la implementación de un programa de educación para la salud respecto al agua de consumo.

## **CONCLUSIONES**

La identificación y evaluación de los impactos permitió la caracterización minero ambiental del yacimiento y establecer los efectos ambientales generados por la explotación del mismo.

El análisis de la estructura productiva de la explotación del yacimiento de arena natural "Tibaracón del Toa" permitió establecer que las acciones productoras de impactos son: el destape, la extracción y carga y la transportación del material.

El estudio de las características geológicas y ambientales del yacimiento determino los factores del medio susceptibles de recibir impactos. En el medio físico: suelo y orillas del río, agua superficial, atmósfera; en el medio biótico: flora y vegetación, fauna; en el medio socio-económico: población; y en medio perceptual: paisaje y morfología.

Se identificaron y evaluaron 14 impactos que producen efectos ambientales sobre el medio ambiente, de ellos, 5 irrelevantes y 9 moderados.

Las medidas elaboradas posibilitaran la mitigación de los efectos negativos y el desarrollo de una minería responsable en el yacimiento Tibaracón del Toa.

## **RECOMENDACIONES**

Utilizar esta investigación como referencia para otras caracterizaciones minero ambiental de los yacimientos fluviales de la provincia Guantánamo.

## **BIBLIOGRAFÍAS**

1. Alternativas de restauración para explotaciones de áridos abandonadas.
2. Carcedo, A (1994). “La identificación de alteraciones y la evaluación del impacto ambiental”, en Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería, pp. 59-71, Instituto Tecnológico GeoMinero de España.
3. Aguilera, I et al. (2003). Incidencia ambiental de la extracción de arena del río Nibujón. Revista Minería y Geología.
4. Bustamante, A (2015). Estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo de desastres por penetración del mar.
5. Carrasco, C. Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona.
6. CITMA. Centro de Inspección y Control Ambiental CICA Abril (2001) “Guía para la realización de las solicitudes de Licencia Ambiental y los estudios de impacto ambiental 70 pp.
7. CITMA. Oficina nacional de normalización (2000). Normas de gestión ambiental II parte. “Guía para la implementación de la NC-ISO 14 000”.
8. Conesa, V (1995): Metodología para la evaluación del impacto ambiental, Ed. Mundi Prensa, Madrid, España.
9. Gaceta Oficial de la República de Cuba No 7, de fecha 11/07/1997. Ley 81 de “Medio Ambiente”.
10. Gaceta Oficial de la República de Cuba No 83, Decreto Ley 200/99 “De las contravenciones en materia de Medio Ambiente”.
11. Gaceta Oficial de la República de Cuba No 6, de fecha 13/07/1992. Constitución de la República de Cuba.
12. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Resolución No 132 del 2009. Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental.
13. Gaceta Oficial de la República de Cuba No 3 Con fecha 23/01/95 Ley 76. Ley de Minas.

14. Espinoza, G. (2002) Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo, BID y Centro de Estudios para el Desarrollo, CED, Santiago, Chile.
15. Espinoza G. (2007) Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Santiago de Chile.
16. El control ambiental de las graveras. <http://www.sinix.net/paginas/elsoto> website:
17. Ferrer, C et al (2011). Impacto ambiental de la explotación del yacimiento de materiales de construcción El Cacao.
18. González, I. A. Restauración de canteras y graveras.
19. Godínez, C et al. Manual de gestión organizacional ambiental.
20. Guindo, A (2013). Caracterización Minero Ambiental de la Industria de Materiales de la Construcción en la Provincia Guantánamo. Trabajo de diploma. ISMM de Moa.
21. Gelabert, P. A. Impacto ambiental de la minería.
22. GEOCUBA (2010) Estudio de Impacto Ambiental al proyecto de extracción de arena, en el tibaracón de río Toa.
23. Hasimbuli, J (2012); Estudio Minero Ambiental de la cantera "El Cacao". Trabajo de diploma. ISMM de Moa.
24. Jeréz, I (2006). Congreso nacional de áridos.
25. Montes, A et al (2014). Procedimiento para la recuperación del área minada en el yacimiento grava – arena Río Sagua, Holguín. Cuba. Revista, Boletín de Ciencias de la Tierra (36). December. <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rbct>.
26. Montes, A et al (2014). Evaluación y recuperación ambiental del ecosistema dañado por la explotación del yacimiento Tibaracón del Toa, Guantánamo, Cuba. Revista, Gestión Ambiental (27).
27. Montes, A et al. (2015). Caracterización minero – ambiental de las canteras de materiales de construcción de la provincia Holguín.
28. Parra, Y (2004), Estudio de Impacto Ambiental en la Cantera Los Guaos. Tesis de diploma. ISMM de Moa.
29. Parque Nacional Alejandro de Humbolt (2014). Plan Manejo Reserva de Biosfera Cuchillas del Toa 2014-2020.

30. Richards, J. (2002). Desarrollo sustentable y la industria minera.
31. Riverón, H (2008). 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). [www.monografias.com](http://www.monografias.com) website.
32. Riverón, H (2009). 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 en opción al título de Especialista de Postgrado.
33. SIMALCO (2014).Solicitud de Licencia Ambiental. Aserrío Toa, Baracoa.
34. Ulloa, M et al (2014). Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción la Inagua, Guantánamo, Cuba. Revista Luna Azul n° 38, enero-junio.
35. Valdés, I. A. (2009). Proyecto de Explotación de la Zona Sur 1 del yacimiento “Granitoides Holguín” de la cantera Arenas de Buenaventura. Trabajo de diploma. ISMM de Moa.

## Anexo 1 Dossier Fotográfico



Extracción



Carga



Transporte del material



Derrame de combustibles



Vista del tibaracón



Vista del tibaracón