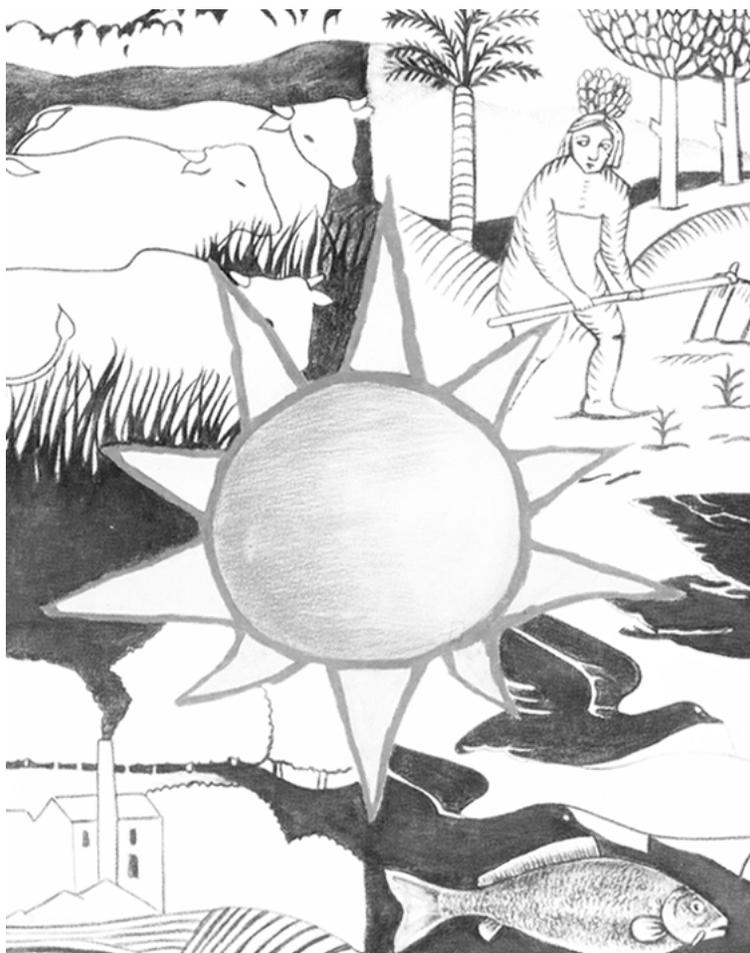


EVALUACIÓN Y RECUPERACIÓN AMBIENTAL DEL ECOSISTEMA DAÑADO POR LA EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO TIBARACÓN DEL TOA, GUANTÁNAMO, CUBA

Environmental assessment and ecosystem recovery damaged of the exploitation Tibaracón del Toa, Guantanamo, Cuba.

Alexis Montes de Oca^{1}, Mayda Ulloa², ³Suraymi García*



¹Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Las Coloradas s/n, Moa, Holguín, Cuba. Correo electrónico: amontes@ismm.edu.cu. ²Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Las Coloradas s/n, Moa, Holguín, Cuba. Correo electrónico: mulloac@ismm.edu.cu. ³Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Las Coloradas s/n, Moa, Holguín, Cuba. Correo electrónico: sgarcia@ismm.edu.cu. *= autor correspondiente

RESUMEN

La extracción de áridos en graveras situadas próximas a cauces fluviales es una de las actividades que mayor impacto genera al medio ambiente. Los problemas ambientales producidos por esta actividad 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. La empresa de materiales de la construcción de la provincia Guantánamo tiene concesionados seis yacimientos y dentro de ellos dos graveras. Las áreas dañadas por la explotación de materiales de la construcción en el territorio ocupan alrededor de 105 ha, lo cual provoca un fuerte impacto al medio ambiente. Por tal razón se propuso como objetivo realizar una evaluación de impacto ambiental de la explotación del depósito fluvial de arena y grava Tibaracón del Toa, así como proponer las medidas preventivas y correctoras que habrán de adoptarse para la minimización del impacto sobre el entorno, a fin de compatibilizar la explotación y la preservación del medio natural.

Palabras clave: Gravera, Arena, Evaluación de Impacto Ambiental, depósito fluvial, Recuperación.

ABSTRACT

Aggregate extraction in gravel pits located close to waterways is one of the activities that generate greater impact on the environment. Environmental problems caused by this activity does not cease to run out the site, at which the question of what to do with the land affected by the extraction work arises. The company's construction materials Guantanamo province has six concession sites and among them two gravel pits. Areas damaged by the exploitation of construction materials in the territory occupy about 105 ha, which causes a strong impact on the environment. For this reason it is proposed to make an objective assessment of environmental impact of the exploitation of fluvial sand and gravel deposit Tibaracón Toa, an propose the preventive and corrective measures to be taken to minimize the impact on the environment, so reconcile the exploitation and preservation of the natural environment.

Key Words: Gravel, sand, Environmental Impact Assessment, fluvial deposit, Recovery.

INTRODUCCIÓN

La extracción de áridos en graveras situadas próximas a cauces fluviales es una de las actividades que mayor impacto genera al medio ambiente. Los problemas ambientales producidos por esta actividad 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 (García 2003).

Los ríos y humedales se encuentran entre los ecosistemas más degradados y que sufren una mayor regresión en su extensión y estado de conservación en las últimas décadas, con el consiguiente perjuicio para sus especies características y consecuentemente para la calidad del agua. 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 (Benigno 2007).

En el mundo son varias las investigaciones que se han realizado relacionadas con la recuperación ambiental de los ríos, ejemplo de ello es la Caracterización del estado actual del Río Saona (provincia de Cuenca) y propuesta de actuaciones para su restauración ambiental (Alaminos 2011) En el cual se proponen una serie de medidas recomendadas para su mejora, con el fin de conseguir la mayor naturalidad posible del ecosistema, así como su funcionalidad a lo largo del tiempo. Autoras como (Meli & Carrasco 2011) han recopilado y sistematizado información sobre la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona, describen los problemas y limitaciones cuando se pretende restaurar las riberas y al mismo tiempo brindan opciones para la selección de las herramientas más adecuadas en cada caso, presentan además un listado de especies con uso potencial para la restauración, y recomiendan

cómo sembrar y disponer estas especies en distintas situaciones. En ninguno de los casos los autores desarrollan una evaluación de impacto para conocer los principales impactos y trabajar en función de estos.

En Cuba debemos destacar el trabajo Incidencia ambiental de la extracción de arena del Río Nibujón (Fernández et al. 2003) donde los autores presentan una evaluación de impacto ambiental que ocasiona la explotación de dicho río, localizado dentro de los límites del Parque Nacional Alejandro de Humboldt, así como las medidas preventivas y correctoras que habrán de adoptarse para la minimización del impacto sobre el entorno.

Cuba posee disímiles regulaciones ambientales para toda actividad que genere deterioro al entorno, en este sentido se promulgó en 1997 la Ley 81 (Ley del Medio Ambiente), que establece la obligación de minimizar o mitigar los efectos negativos al medio ambiente, así como la Ley 76 de Minas, proclamada en 1995 que plantea en su artículo 41 que los concesionarios están obligados a preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área, y deben elaborar estudios y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar el impacto derivado de la actividad minera, tanto en dicha área como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquellos que puedan ser afectados.

El incumplimiento de lo establecido en los proyectos mineros en cuanto a legislación ambiental según (Quesada 2008), ha propiciado que muchas veces los terrenos explotados no sean adecuadamente rehabilitados al cesar las labores de minería.

La empresa de materiales de construcción de la provincia Guantánamo tiene concesionados seis yacimientos donde se explotan recursos destinados a la producción de materiales para la construcción, estos yacimientos ocasionan una afectación al medio

ambiente debido al fuerte impacto de las áreas dañadas que ocupan alrededor de 105 ha en toda la provincia.

Uno de los seis yacimientos concesionados es el Tibaracón del Río Toa con un área de explotación de 0,7 Ha, aunque no es declarado como área protegida u otra clasificación de manejo, ésta se enmarca en una formación natural, amparada por el Decreto Ley 212 Gestión de la Zona Costera. Según la literatura consultada no se conoce que se haya realizado alguna evaluación de impacto ambiental a un Tibaracón ni en Cuba ni el mundo.

Como situación problemática de nuestra investigación podemos plantear que en el yacimiento Tibaracón del Toa el concesionario no cuenta con un plan para rehabilitar las posibles afectaciones ambientales, al estudiar el proyecto de explotación del yacimiento, en el mismo solamente se hace alusión a las reposiciones de carácter natural del material a extraer.

Una aproximación a esta situación problemática demostró la existencia del siguiente Problema de la investigación: La necesidad de realizar una evaluación de impacto ambiental en el yacimiento Tibaracón del Río Toa, para minimizar su impacto sobre el entorno.

Con vista a la solución de este problema se propone como objetivo realizar una evaluación de impacto ambiental de la explotación del depósito fluvial de arena Tibaracón del Toa, con el fin de proponer las medidas preventivas y correctoras que habrán de adoptarse para la minimización del impacto sobre el entorno, a fin de compatibilizar la explotación y la preservación del medio natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Industria de Materiales de Construcción de Guantánamo en la actualidad tiene concesionados seis yacimientos (Manantiales,

La Inagua, Malabé, Novaliche, Cajobabo y Tibaracón del Toa) (Fig. 1), los cuales están destinados a satisfacer las crecientes necesidades que se imponen en toda la provincia de materiales para la construcción. Algunos yacimientos se explotan hace más de 25 años con la finalidad de obtener materia prima para la construcción. En la provincia las áreas afectadas por esta actividad minera ocupan 104,42 ha. (Fig. 2)

Área de estudio

El yacimiento Tibaracón del Toa, se localiza en el municipio Baracoa, consejo popular Mabujabo, 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. Administrativamente se encuentra en la provincia Guantánamo, municipio Baracoa, Consejo Popular Mabujabo y próximo al asentamiento playa Toa (Fig. 3).

El relieve predominante es de llanura baja acumulativa, de origen fluvio-marino. Esta llanura posee 2500 m de largo y 2000 m de ancho, morfológicamente se levanta desde los 0 a 5 m sobre el nivel del mar, perpendicularmente a la costa. Hacia la parte inferior se torna plana y parcialmente inundada hacia el NE del río Toa. Respecto al clima el régimen de precipitaciones depende principalmente de factores meteorológicos y geográficos, destacándose el relieve como barrera orográfica sobre las masas de aire, lo que provoca una lámina de lluvia elevada con promedio anual por encima de los 2 000 mm. La precipitación media anual es de 1 259 mm.



FIGURA 1. UBICACIÓN DE LOS YACIMIENTOS DE MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PROVINCIA GUANTÁNAMO.

Number of hectares affected by mining Industry of the Construction Materials.

En comparación con otras zonas costeras de la provincia, la temperatura media en la zona es relativamente baja, en los meses de julio y agosto oscilan entre 27 °C y 27.8 °C, mientras que los meses más frescos suelen ser, enero y diciembre con registros medios diarios de 23 °C y 24 °C.

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, fluvio-marina (arenas, grava, areniscas y calizas) que caracteriza las fases del desarrollo estructural.

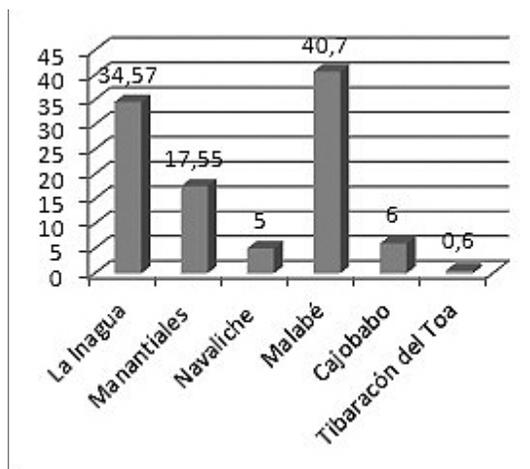


FIGURA 2. CANTIDAD DE HECTÁREAS AFECTADAS POR LA MINERÍA DE LA INDUSTRIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN EL PROVINCIA GUANTÁNAMO.

Number of hectares affected by mining Industry of the Construction Materials in Guantanamo province.



FIGURA 3. ÁREA DE ESTUDIO.

Area of Study.

Litológicamente está representada por rocas sedimentarias, siendo las serpentinitas las principales que la integran, seguido de los gabros, granodioritas y gabrodiabasa estas se agrupan en dos complejos ingenieros geológicos (rocoso y semirrocoso) (Colectivo de autores 2009).

Flora y fauna

El área que abarca el yacimiento está enclavada dentro de un ecosistema costero frágil, presenta una antropización relacionada a las trochas y senderos existentes. Existen cuatro complejos de vegetación: bosque de galería, matorral xeromorfo costero y subcostero, vegetación de costa arenosa y formaciones herbáceas, ejemplares de gran porte y también algunos endémicos que tienen

importancia conservacionista con diferentes categorías de amenaza (*Amazona leucocephala*) (Capote & Berazaín 1984). Debido a la riqueza paisajística, los valores naturales que persisten en el área, provocan la afluencia de turistas nacionales e internacionales, acogidos por los paseos náuticos en la ribera del río Toa. Desde el punto de vista florístico es un área de abundante vegetación, prevaleciendo un hierbazal que sobrepasa 1.5 m de altura como promedio. Entre las especies herbáceas predominan *Phyla nudiflora* (oro azul), *Triumfetta semitriloba* (guisazo de caballo), *Bambusia vulgaris* (Bambú) (Alain 1964) entre otras. También en el área se cuenta con el árbol nacional de Cuba, *Roystonea regia* (la palma real) (Bisse 1988), perteneciente a la familia de las palmáceas (Fig. 4). Conjuntamente existen plantaciones de frutales (cocotero) con



FIGURA 4 VEGETACIÓN PRESENTE EN EL ÁREA.

Vegetation in the area.

restos de bosque semidecídulo y manigua costera, así como áreas de pastos con aislados árboles. Se aprecian además algunas especies de mangle y una vegetación cultural que se caracteriza por la presencia de cultivos introducidos como café, cacao y otros.

Para la evaluación del estado de conservación de la flora se tuvo en cuenta la metodología propuesta por la (UICN 2012).

De los ejemplares determinados, cuatro son endémicos, lo que representa el 7,7 %; siendo uno de ellos, endémico local. Se estudiaron 52 especies y se concluyó que en el área no existen especies Extintas, Extintas en Estado Silvestre, En Peligro Crítico, En peligro ni Vulnerables. La situación conservacionista se comporta como sigue (Fig. 5):

La fauna terrestre está marcada por su diversidad y endemismo. Las formaciones vegetales representadas en esta superficie constituyen refugios de diferentes poblaciones de vertebrados e invertebrados. En el grupo de los invertebrados, se observaron en los moluscos terrestres sólo dos especies, ambas endémicas, una de ellas oriunda de Baracoa:

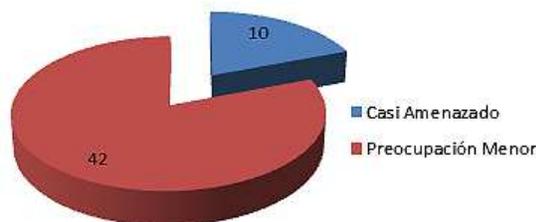


FIGURA 5. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FLORA.

Condition of flora.

Brachipodella baracoensis. En los insectos se encuentran ejemplares de los órdenes *Odorata*, *Díptera*, *Lepidóptera*, *Himenóptera*, *Coleóptera* y *Ortóptera*. En los arácnidos las especies son abundantes, algunas de ellas endémicas como *Mastigopructus baracoensis*, natural de Baracoa. Entre los vertebrados, existe diversidad de reptiles y aves; sin embargo se pudo apreciar pocos ejemplares de mamíferos. Con relación a los reptiles, cohabitan poblaciones de *Ameiva auberi* (correcosta) (Schwartz & Henderson 1991). Las aves

están bien representadas, con ejemplares endémicos, y algunas de estas en peligro de extinción, tal es el caso de *Amazona leucocephala* (cotorra) (Raffaele et al 1998).

La fauna acuática está constituida por especies de peces y crustáceos característicos de la desembocadura del río. Debido a la acción antrópica, se han introducido otras especies de animales como el perro, el cerdo, el gato jíbaro y el pez gato, además de ratas. Para la evaluación del estado de conservación (Fig. 6) en los diferentes grupos faunísticos se inventariaron en el área un total de 55 especies. De las especies registradas, once resultaron ser endémicas, lo que representa el 20 %; siendo tres de ellas originarias de Baracoa. (Colectivo de autores 2009).

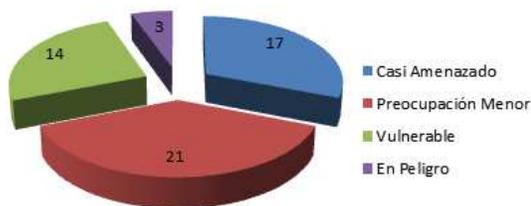


FIGURA 6. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA.

State of wildlife conservation.

Demografía y economía de la región

Desde el punto de vista socio - económico y cultural, el objeto de estudio está enclavado en el municipio Baracoa. Específicamente se tomó como muestra la población residente más cercana al sitio de extracción de arena, ubicada en los asentamientos El Pino y Playa Duaba, pertenecientes al consejo popular Mabujabo; dado por las características de la actividad que se prevé ejecutar, los posibles impactos que pueda ocasionar, además por el modo de vida que prevalece en los habitantes. Esta

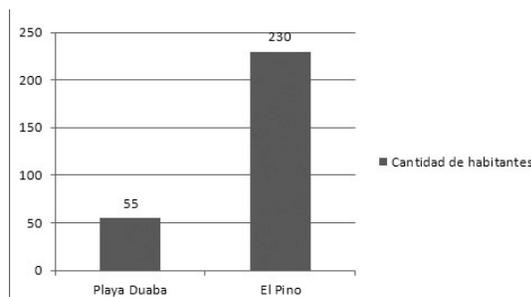


FIGURA 7. POBLACIÓN POR ASENTAMIENTOS.

Population by settlements.

comunidad tiene una población ascendente a 285 habitantes, desglosada como se representa en la Fig. 7.

La economía se caracteriza por su proyección básicamente agrícola, con gran peso en la producción de los cultivos varios principalmente de plátano, coco, cacao y forestales, lo que denota el importante lugar que ocupa el sector agrario dentro de la vida socioeconómica en el área. El sector industrial no es significativo, se encarga fundamentalmente en procesar materias primas para abastecer las industrias del municipio, dentro de estas figuran: el aserrío Toa, perteneciente a la Empresa Forestal Baracoa y el horno Malayo que da tratamiento primario al coco para la extracción de grasas (Colectivo de autores 2009).

Labores mineras para la explotación del yacimiento

Las extracciones se realizan fundamentalmente en la época de seca, comprendida entre los meses de noviembre a abril, con el objetivo de evitar el menor número de afectaciones por eventos climáticos (Colectivo de autores 2010).

La barra de arena definida por proyecto se divide 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 Fig. 8.

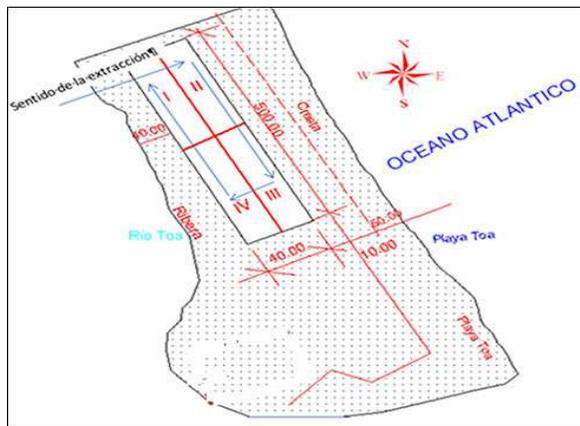


FIGURA 8. ESQUEMA DE EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO.

Reservoir exploitation scheme.

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 volteo, encargados de su transportación. Antes se realiza el desbroce del área a explotar con el objetivo de acopiar los desechos sólidos que fueron depositados por las corrientes fluviales, marinas y el oleaje; se utiliza un cargador frontal, el 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 sobrepasa los 0,50 m, se

planifica por trimestres a 2 500 m³ por cada uno, hasta completar los 10 000 m³ al año. Las operaciones se realizan a no menos de 40,00 m de la orilla del río, se separa de la cresta del tibaracón 10,00 m por su lado N y NW. El árido se comercializa directamente en el sitio, teniendo en cuenta las características del yacimiento no será necesario procesar el material. Existe una escombrera cercana al yacimiento donde se deposita la capa vegetal que aparece durante la explotación. El régimen de trabajo en la arenera, es de 264 días de trabajo al año con un turno de trabajo de ocho horas.

Metodología para la evaluación de los impactos ambientales en el yacimiento

Para la identificación, caracterización y evaluación de los impactos, se utilizó la Metodología para la Realización de las Solicitudes de Licencia Ambiental y los Estudios de Impacto Ambiental, propuestas por el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente y el Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA) de Cuba, en su versión vigente del 2009, adaptadas a las condiciones específicas del objeto de investigación y la referencia del trabajo de evaluación de impactos de (Cruz 2010). Utilizando la observación directa, consultas de expertos, escenarios comparados, tormentas de ideas, las encuestas y entrevistas. El impacto total se calculó según la expresión (1)

$$IT = Mg + I + S + R + O + D + C \quad (1)$$

Donde: Mg Magnitud, I Importancia, S Sinergismo, R Reversibilidad, O Ocurrencia, D Duración, C Certeza. Estos indicadores alcanzan un valor máximo de 10 puntos que luego se multiplicará por los siete indicadores para un total de 70 puntos total, que finalmente

se promedia para ubicarlos en cada una de las categorías propuestas en términos de: compatibles, moderados, severos y críticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las acciones que pueden causar impactos ambientales son: En la fase de exploración geológica: (a) Construcción de trochas y caminos. (b) Perforación de pozos de exploración. (c) Movimiento de equipos y maquinarias. (d) Toma de muestras. En la fase de explotación minera: (e) Desbroce. (f) Extracción del mineral. (g) Formación de escombreras. (h) Almacenamiento del material útil. (i) Carga del material útil. (j) Transporte del material útil.

Los factores del medio susceptibles a recibir impactos son: Medio físico: I. Clima. II. Hidrografía. III. Geología y Geomorfología. IV. Paisaje. Medio biótico: V. Flora. VI. Fauna. Medio socioeconómico: VII. Población. IX. Sociales y culturales.

Se identificaron los impactos siguientes: I. A la atmósfera: (1) Incremento en el nivel de ruidos. (2) Disminución de la calidad atmosférica por emisiones de gases, polvo y partículas. (3) Modificaciones a nivel microclimático, como consecuencia de la eliminación de la vegetación y la creación de láminas de agua. II. Hidrografía (4) Incremento del nivel de sólidos en suspensión, por remoción de los materiales del fondo al realizar la extracción, y por el tráfico de camiones. (5) Contaminación por combustibles y lubricantes. (6) Incremento de la temperatura de las aguas superficiales por la pérdida de vegetación. (7) Alteración de la calidad del agua subterránea por variación en la infiltración. (8) Modificación del nivel piezométrico. III. Al suelo y orillas del río: (9) Pérdida o alteración del suelo fértil por operaciones de excavación, construcción de

caminos, acopio de material y escombreras. (10) Inestabilidad y hundimiento en las orillas. (11) Aumento de la erosión y sedimentación. IV. Al paisaje y la morfología: (12) Modificación de las características visuales del paisaje. (13) Cambios en la morfología. (14) Disminución del atractivo paisajístico. V. A la flora: (15) Reducción de especies ocasionada por la tala de árboles. (16) Pérdida de la vegetación en general, y la ribereña y acuática en particular. VI. A la fauna: (17) Pérdida de unas especies y colonización del espacio por otras de menor calidad. (18) Desplazamiento de los animales hacia otros medios similares. VII. A la población: (19) Incremento del nivel de empleo. (20) Mejoramiento de la red de transporte. (21) Mejoramiento de las comunicaciones. (22) Afectaciones a la salud de los pobladores que utilizan el agua del río para su consumo. VIII. Sociales y culturales: (23) Incremento en el número de accidentes y enfermedades. La evaluación del impacto total tuvo como finalidad llegar a clasificar los impactos ambientales en términos de:

Impacto Compatible (IP): Son los que tienen muy poca entidad, si su efecto es perjudicial al cesar las causas que lo producen, en poco tiempo se restablecen las condiciones medio ambientales, originales, con el concurso de los procesos regeneradores. Se clasifican en leve, local, directo, primario, reversible, sin sinergias, se recupera a corto plazo, poco probable y presenta un valor menor que 18 de impacto total.

Impacto Moderado (IM): Produce daños de poca magnitud, pero su importancia comienza a ser considerable. Tras el mismo las condiciones físicas originales se restablecen con el solo concurso de los mecanismos naturales del medio, aunque la recuperación es larga. Se clasifica en leve, regional en cierto grado, primario, reversible con dificultad, sin sinergias aparentes, se recupera a mediano

Factores ambientales		Operaciones impactantes									
		Fase Exploración Geológica				Fase Explotación Minera					
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Medio físico	I	1,2	1,2	1,2		1,2,3	1,2,3	1,2	1,2,3	1,2	1,2,3
	II	4,7	5,7	5	4	4,6	4,5,6,7,8			4	4,5
	III	9,11		9,10,13	11	9	9,10,11	9,11	9,11	9,10,11	9,10,11
	IV	12,14				12,13,14	12,13,14	14	13		12,13,14
Medio biótico	V	15	16	16		15,16	15,16				16
	VI	17,18				17,18	17,18				18
Medio socio-económico	VII	21,22	22	22		19,20,22	19,20,22			19	19,20,21,22
	VIII					23	23				23

TABLA 1 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS EN LA ETAPA DE EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y EXPLOTACIÓN MINERA.

Identification of impacts at the stage of geological exploration and mining.

plazo y es probable, alcanza un valor de 18-29 de impacto total.

Impacto Severo (IS): Se trata de impactos de magnitud notable y de gran importancia, cuando cesa la causa que lo origina, la recuperación de las condiciones iniciales del medio, se hace muy difícil y requiere a veces de la adopción y puesta en prácticas de medidas correctoras de sus efectos. Se clasifica con moderada intensidad, regional, indirecto o secundario, reversible con dificultad y medidas correctoras, con algunas sinergias, poco importantes, muy probable que se produzca, alcanza un valor de impacto total entre 30 y 35.

Impacto Crítico (IC): Es el impacto que por su enorme magnitud e importancia, supera el denominado Umbral del Impacto, que es el límite a partir del cual se considera que el deterioro es irreversible, la acción capaz de

Rango	Clasificación
IT < 18	Impacto compatible (IP)
IT 18 – 29	Impacto moderado (IM)
IT 30 -35	Impacto severo/muy beneficioso (IS)
IT > 35	Impacto crítico/extremadamente benéfico (IC)

TABLA 2. ESCALA DE CLASIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS DEL CITMA (2008).

Rating scale impacts CITMA (2008).

producirlo provoca la destrucción completa de elementos o recursos naturales que son piezas

claves en el funcionamiento del paisaje, imponiendo en su lugar una dinámica regresiva continuamente adversa al establecimiento de las condiciones que posibilitarán su restitución. Se clasifica en fuerte, global o regional, acumulativo, irreversible, a largo plazo se mantiene, con sinergias importantes o catastróficas, inevitable y el impacto total alcanza un valor mayor que 35.

Después de la determinación de los impactos totales producidos (Tabla 3) sobre los factores ambientales se realiza la valoración de cada impacto teniendo en cuenta los indicadores propuestos por el (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente 1999).

Análisis y ponderación de los impactos

Del análisis de la valoración de cada uno de los impactos reflejado en la (Tabla 2), teniendo en cuenta los indicadores propuestos en su ponderación. Se obtuvo un total de 23 impactos, de ellos solo tres se clasificaron como positivos (Incremento del nivel de empleo, Mejoramiento de la red de transporte y Mejoramiento de las comunicaciones). El resto es de naturaleza negativa.

Los factores ambientales que reciben impactos negativos altos, en la fase de exploración geológica y extracción minera: el agua, la atmósfera, la morfología y paisaje.

Impactos	Indicadores								Ponderación de los impactos	IT
	Na	Mg	I	S	R	O	D	C		
1	-	1	3	3	1	1	1	5	15	IP
2	-	6	4	5	3	3	2	6	29	IM
3	-	5	3	4	5	4	7	4	32	IS
4	-	3	3	6	4	4	6	7	33	IS
5	-	3	4	2	5	3	3	5	25	IM
6	-	1	3	1	3	7	4	7	26	IM
7	-	4	2	2	3	7	7	6	31	IS
8	-	2	2	2	3	7	8	6	30	IS
9	-	7	4	7	5	4	7	7	41	IC
10	-	7	3	6	7	6	4	9	42	IC
11	-	7	3	6	7	6	7	4	40	IC
12	-	2	5	5	5	3	5	8	33	IS
13	-	3	3	7	5	7	5	6	36	IC
14	-	4	3	5	8	7	7	7	41	IC
15	-	7	3	5	5	4	7	7	38	IC
16	-	7	3	5	3	5	7	7	37	IC
17	-	8	3	6	7	6	7	6	43	IC
18	-	5	5	5	8	6	7	7	43	IC
19	+	3	6	5	1	2	8	7	32	IS
20	+	3	6	5	3	2	7	4	30	IS
21	+	3	3	5	3	2	8	3	27	IM
22	-	8	2	7	7	8	3	4	39	IC
23	-	8	2	7	5	7	3	4	36	IC

TABLA 3. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS.

Matrix impact assessment.

Tanto en la fase de exploración geológica como en la extracción minera, la población recibe impactos positivos altos y medios. Las acciones que producen un total de impactos altos, en la etapa de exploración geológica y explotación minera, son: la construcción de trochas y caminos, desbroce y formación de escombreras. Las acciones que ocasionarán, además, impactos positivos, tienen lugar sólo en el medio socioeconómico; en la etapa de exploración geológica y explotación minera, están dados por las acciones, construcción de trochas y caminos, extracción del mineral, transporte del mineral; en la etapa de preparación mecánica, movimiento de tierra y construcción de caminos, movimiento de medios de transporte y maquinaria, y la construcción propiamente dicha.

Finalmente se obtuvo como resultado la siguiente (Fig. 9) donde se puede observar que los impactos que superan al 35 son impactos críticos, es el caso del 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22 y 23.

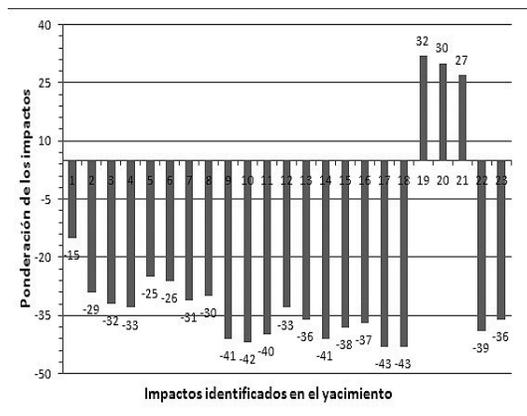


FIGURA 9. GRÁFICO DE PONDERACIÓN DE LOS IMPACTOS.

Chart weighting of impacts.

Medidas preventivas, correctoras y de mitigación para los componentes del medio más afectados

Para establecer las medidas preventivas, correctoras y de mitigación, nos auxiliamos en lo expuesto por Vadillo (1994).

I. Protección al suelo: (1) Diseño de un modelado en la recuperación que permita la utilización productiva y ecológica del terreno una vez explotado. (2) Extraer la capa de suelo antes de realizar el destape en las zonas con una capa superficial de escombros y darle un uso apropiado. (3) Utilizar los escombros en la lucha contra la erosión y emplear gaviones en los lugares más críticos para evitar la erosión y el derrumbe de las riberas. (4) Evitar ubicaciones de escombrera en zona con peligro de hundimiento.

II. Protección al paisaje: (5) Plantación de árboles y arbustos que actúen como pantallas visuales. (6) Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a lo natural. Utilizar los productos de las excavaciones para rellenar en otros lugares. (7) Buscar un uso alternativo de los estériles y materiales no aprovechables.

III. Protección a la flora y fauna: (8) Reducir al mínimo las áreas por desbrozar. (9) Promover la revegetación entre las organizaciones sociales y de masa de los pobladores de la zona, con ayuda de la empresa minera y de sus trabajadores, e impulsar un movimiento de recuperación de plantas endémicas. (10) Propiciar con medidas complementarias el retorno de los representantes de la fauna del territorio. (11) Mantener áreas de preservación permanente. (12) Adoptar un cronograma de deforestación ajustado con el avance del frente de explotación, evitando la remoción anticipada de vegetación. (13) Recuperación progresiva de las áreas afectadas, usando especies nativas. (14) 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; como esta medida sólo surte efecto a largo plazo, debe iniciarse lo más temprano posible. (15) Evitar la formación de islas de vegetación demasiado pequeñas para asegurar la viabilidad de las poblaciones faunísticas. (16) Conectar las áreas de vegetación remanentes por medio de corredores y conectar las áreas bajo influencia directa de la obra con otras manchas de vegetación existentes en los alrededores.

IV. Protección a la población: (17) Disposición de carteles indicadores de peligro. (18) Ubicar las tomas de agua para uso y consumo de la población fuera de la zona de influencia de la extracción, y facilitar a la comunidad afectada los medios para la instalación y acopio de agua potable. (19) Apoyar la implementación de un programa de educación para la salud respecto al agua de consumo.

En el yacimiento Tibaracón del Toa se realizó la evaluación de los impactos ambientales que se producen durante la explotación de arena a partir del establecimiento de las principales acciones susceptibles de producir dichos impactos (desbroce, extracción del mineral, carga y transportación, formación de escombreras y su almacenamiento) y su interacción con los componentes del medio (suelo, aire, agua, flora, fauna, paisaje y la población). Todas las acciones del proyecto afectan en mayor o menor medida a todos los factores del medio. Los impactos más significativos ocurren en el desbroce y la extracción; los componentes del medio más afectados son: el suelo, el paisaje, la flora, la fauna y la población. Para cada una de las componentes impactadas se propusieron medidas para mitigar sus afectaciones.

LITERATURA CITADA

- ALAIN H (1964) Flora de Cuba. Asociación de estudiantes de Ciencias Biológicas. Vol. 5. La Habana. 362pp.
- ALAMINOS MH (2011) Caracterización del estado actual del Río Saona (provincia de Cuenca) y propuesta de actuaciones para su restauración ambiental. Universidad Politécnica de Madrid. 144 pp.
- BENIGNO E & ALMODÓVAR A (2007) Restauración de ríos y humedales. Ciencia y conservación, Trofeo Pesca 153: 164-165.
- BISSE J (1988) Árboles de Cuba. Editorial Científico – Técnico. La Habana.
- CAPOTE R & BERAZAÍN R (1984). Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. Revista Jardín Botánico Nacional Universidad de la Habana Vol. 5(2): 27-75.
- CICA (2009) Guía para la realización de la Solicitudes de Licencia Ambiental y los estudios de Impactos Ambiental. La Habana. Centro de Inspección y Control Ambiental. 56 pp.
- COLECTIVO DE AUTORES (2009) Diagnóstico ambiental a la cuenca hidrográfica del Río Toa. DEMA, GEOCUBA, Guantánamo.
- COLECTIVO DE AUTORES (2010) Proyecto de explotación para Tibaracón del Río Toa.
- CRUZ SG (2010) Evaluación de impacto ambiental de la construcción de túneles populares en el municipio Moa. Tesis en opción al título académico de master en geología mención geología ambiental. ISMM. 104 pp.
- DECRETO LEY 212 (2000) Gestión de la Zona Costera. Gaceta Oficial de la República de Cuba. La Habana.
- FERNÁNDEZ AR (1998) Caracterización y corrección del impacto ambiental provocado por la explotación a cielo abierto de yacimiento de materiales de construcción en la región Oriental. 115pp.
- FERNÁNDEZ IA, CARCACÉSS MU, RODRÍGUEZ AC & ALPAJÓN DG (2003) incidencia ambiental de la extracción de arena del Río Nibujón. Revista Minería y Geología, Vol 19, No1-2.

- FERNÁNDEZ VC (1995) Guía metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Mundi - Prensa. 390 pp.
- FRANCES G (1994) Restauración natural de graveras húmedas. Revista del colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos.
- GARCÍA CL (2003) Restauración de graveras como hábitat para la fauna silvestre. Cimbra: Revista del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas 352: 40-44.
- LEY 76 DE MINAS (1994) Gaceta Oficial de la República de Cuba. La Habana.
- LEY 81 DEL MEDIO AMBIENTE (1997) Gaceta Oficial de la República de Cuba. Edición Extraordinaria. La Habana.
- MATOS RH (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). 78 pp.
- MELI P & CARRASCO VC (2011) Restauración ecológica de riberas, Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona. 66 pp.
- MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE (1999). Resolución para el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental. La Habana, Cuba. 20 pp.
- QUESADA RW (2008) Situación actual y perspectiva de la explotación de yacimientos de materiales de construcción. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. 20 pp.
- RAFFAELE H, WILEY J, GARRIDO O, KEITH A & RAFFAELE J (1998) Birds of the West Indies. Londres: Christopher Helm, 150pp
- RISCO AM (2012) Recuperación de áreas minadas de canteras de materiales de construcción de Santiago de Cuba. 110 pp.
- SAMEK V (1973) Regiones fitogeográficas de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. Series forestales.
- SCHWARTZ A & HENDERSON RW (1991). Amphibians and Reptiles of the West Indies: Descriptions, Distributions and Natural History. Univ. Florida Press, Gainesville.
- UICN (2012). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido, Versión 3.1, Segunda edición, 34pp.
- VADILLO FL (1994) Guía de restauración de graveras. Instituto Tecnológico Geo-Minero de España. 208 pp.
- VILLALÓN FA (2008) Técnicas de recuperación ambiental en áreas de extracción minera (tajos y ríos). Seminario Evaluación y recuperación ambiental de espacios mineros, pasivos ambientales mineros, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, Octubre 14-17.
- YVONNET BH (1998) Metodología de las Investigaciones Ambientales. Diplomado de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Universidad Oscar Lucero Moya. Holguín. 35 pp.

Recibido 30/12/2013; aceptado 11/06/2014