



Incidencia ambiental de la extracción del material de construcción en la cantera Socopetete de la empresa SOGECO

Mariano Mbó Angono

Carrera: Ingeniería Técnica de Geología.

Universidad Nacional de Guinea Ecuatorial (Guinea Ecuatorial).

Resumen: El trabajo tuvo como objetivo determinar la incidencia ambiental que produce la extracción de los materiales de construcción en la cantera Socopetete de la empresa SOGECO, en Malabo, isla de Bioko. Surgió debido a los insuficientes estudios de evaluación de impactos y el elevado número de canteras que se explotaban en la República de Guinea Ecuatorial. En el estudio se empleó la metodología matricial de Leopold como método específico, modificado según las características del proyecto. Como resultado se caracterizó la cantera y el territorio; se identificaron las acciones productoras de impactos y los factores ambientales impactados. Además, se identificaron, caracterizaron y evaluaron los impactos ambientales. Por último, se proponen medidas correctoras que minimicen los impactos perjudiciales en la etapa de cierre y abandono final de la cantera.

Palabras clave: cantera Socopetete; evaluación ambiental; material de construcción.

Environmental effects of extractions of construction materials in the Sogeco's Socopetete quarry

Abstract: The objective of this investigation is to identify the environmental effects of extraction of construction materials by the Company SOGECO in the Socopetete quarry in Malabo, the Isle of Bioko. This work was required due to insufficient information on environmental impact assessments and the increased number of deposits being exploited in the Republic of Equatorial Guinea. The Leopold's matrix was used and adjusted in accordance to the characteristics of the project. The results of this investigation provide an overall characterization of the deposit and the territory, identification of the actions causing environmental harm and the environmental factors being affected in addition to an assessment of the environmental impacts. It also suggests the implementation of corrective actions to minimize the environmental impact of mining decommissioning and closure.

Key words: Socopetete quarry; environmental assessment; construction materials.

Introducción

La minería en Guinea Ecuatorial es una de las principales actividades de la economía, dentro de ella juega un papel fundamental la explotación de los yacimientos de materiales de la construcción, ya sea arena, grava, rocas basálticas, etc.

La mayor parte del material que se obtiene de la cantera se transforma en algún producto, lo que reduce los desechos. No obstante, debido a los bajos precios que suelen tener los productos de la mayoría de las canteras, estas tienen que estar situadas relativamente cerca de los mercados. Por el bajo coste del transporte marítimo se están abriendo nuevos tipos de grandes canteras costeras. Estas canteras pueden servir a mercados alejados porque los gastos de transporte son lo bastante bajos como para que sus productos sigan siendo competitivos (Peroti, 2003).

El desarrollo de la cantera ha contribuido al aumento de los niveles de contaminación en el país, generado por la deficiente formación y conciencia ambiental de obreros y técnicos encargados de llevar a cabo todo el proceso productivo. Por ello se pretende determinar la incidencia medio ambiental que provoca la explotación de este yacimiento en este año.

Se utilizan métodos empíricos como la observación, para conocer la realidad del trabajo de la cantera, el estado del medio ambiente en su área de influencia y la relación directa de sus acciones con los factores ambientales afectados, el criterio de expertos, para elegir las acciones, factores y los valores de la importancia de cada impacto y las entrevistas, para argumentar las observaciones realizadas.

Se utilizan métodos teóricos como el análisis-síntesis, para desarrollar la visión general de la cantera y relacionar sus características y los datos necesarios para el estudio y el hipotético-deductivo, para la formulación y verificación de la hipótesis.

La metodología de Leopold (Maldonado, 2010) es el fundamento teórico de las matrices empleadas en este trabajo, para lo cual se modificaron sus entradas de acuerdo con las características del objeto de estudio. Se plantea, de manera clásica, para la evaluación de impactos según dos conceptos: la magnitud, de escala de 1 a 10 en valoración subjetiva (o análoga), y según la importancia, igualmente de 1 a 10, en el mismo tipo de valoración.

Existe gran cantidad de metodologías de evaluación de impactos, muchas de las cuales se elaboraron para un determinado proyecto. Las clasificaciones más generales, de los sistemas de evaluación de impactos (Ayala, 1989; Arse, 1998; Ruesgas y Duran, 1995; Arse, 1998; Conesa, 2003; Espinosa, 2007), agrupan los métodos: listas de chequeo, matrices causa-efecto, redes de interacción, sistemas cartográficos y modelación matemática.

Caracterización de la cantera

La cantera Socopetete está situada en el municipio de Rebola, provincia Bioko Norte, de la carretera que enlaza las ciudades de Rebola y el km 15, a unos 13 km aproximadamente de la ciudad de Malabo. Limita al norte con las fincas de Higinio, Casimiro y Babuche, al sur con la finca de Alfonso y la de Meta, al este con el río Baita y al oeste con el río Sicohoco.

Los viales de acceso a la cantera son carreteras no asfaltadas, en un estado inaceptable, unos de accesos a la Planta de Preparación Mecánica y otros al frente de cantera. El área de la cantera ocupa una extensión de 500 000 m².

Volumen de producción: Se calcula con base en el número de viajes y de la capacidad de los camiones que transportan diariamente el material de construcción. La capacidad de cada camión es de 16 m³, por lo cual se estima que se produce mensualmente un volumen de material aproximado de 28 080 m³, lo que anualmente se aproxima a 336 960 m³.

Infraestructura: Los aspectos que marcan la infraestructura de la cantera son los siguientes:

- a. Dos talleres, uno de mecánica, otro para chapistas y soldadores.
- b. Una oficina para los controles de salida y entrada de los vehículos.
- c. Una sala de control para los equipos de la Planta de Trituración.
- d. Una casa de palabra (*abaha*), donde se encuentran exclusivamente los trabajadores que no han ido al km 15 en la hora de descanso.
- e. Un cuarto de aseo en condiciones inaceptables para los obreros de la cantera.

La cantera no dispone de depósito para los residuos que producen los obreros, los que quedan almacenados en los alrededores.

Empleo: Los trabajadores de la cantera (africanos y europeos) viven en la capital Malabo desde donde son transportados diariamente por un microbús. La masa de trabajadores es totalmente masculina y está integrada por dos dirigentes, dos técnicos, diecinueve obreros y dos administrativos, para un total de veinticinco trabajadores. Los obreros vinculados directamente a la producción carecen totalmente del equipamiento necesario para este tipo de actividad. En caso de accidente o enfermedad los obreros corren peligro, por no tener asistencia médica.

Maquinaria: La cantera cuenta con: dos camiones Dumpers, una excavadora, dos perforadoras neumáticas, dos cargadores moto palas y un autobús pequeño. Para su funcionamiento, la misma cuenta con cuatro grupos electrógenos repartidos según las distintas secciones de trabajo.

Sistema de explotación: La roca que se explota en Socopetete es una roca basáltica resultante de una erupción volcánica, la cual ha permitido llevar la explotación en forma cíclica por partes, a través de perforaciones de barrenos y la voladura.

Las diferentes fases principales en que se encuentra la cantera dentro del sistema de explotación son:

Desbroce: Consiste en la eliminación de la capa vegetal y paralelamente se realiza la conformación del terreno, permitiendo la instalación de diferentes equipos y el acceso de maquinarias de arranque, carga y transporte.

Arranque del material: Se realiza por el método de perforación y voladura, donde los materiales se fragmentan con la voladura por el método del cableado con introducción de los explosivos en los agujeros perforados, y como medio iniciador utilizan detonadores eléctricos de acción instantánea. Los trabajos de arranque se realizan continuamente por la demanda de material que necesita la empresa. Además de SOGECO, otras empresas y la población en general también se benefician de estos materiales. En la cantera Socopetete se utilizan los explosivos Bouster, de 5 kg en paquete, y el nitrato de amonio (NH_4NO_3) mezclado con gasoil.

La perforación es la primera operación que se realiza en la cantera en su proceso de la preparación de voladura. Esta perforación tiene en cuenta el diámetro de perforación, longitud y diámetro de los barrenos y el ángulo del talud. La perforación de los

barrenos se realiza por el método de percusión-rotación, a una profundidad máxima de 10 m, mediante la perforadora.

En los trabajos de voladura se tiene en cuenta que el material a fragmentar se transporta a los molinos para procesarlo, donde la trituración se realiza a través de los molinos con aberturas de la boca de 900 mm X 400 mm y las dimensiones lineales de un pedazo de roca arrancado del macizo no deben sobrepasar de 650 mm.

Transportación del mineral útil: Es uno de los principales procesos que se realizan en los trabajos a cielo abierto. Estos tienen un gran peso en el costo de producción del material útil y alcanza de un 40 % a 60 %. En la cantera Socopetete el mineral útil es transportado directamente desde los frentes de trabajo hasta los molinos.

Carga: Se realiza de dos maneras y mediante dos tipos de maquinarias. La primera carga es realizada en el frente de la extracción mediante dos excavadoras de frente de pala: una de 1 m³ de capacidad (que para llenar un dumpers de 8 m³ tiene que hacerlo ocho veces con su cuchara) y otra de 2,5 m³, para llenar un camión de 16 m³. La segunda carga se realiza en la Planta de Trituración Mecánica con una moto pala de 4 m³, marca Caterpillar, de 25 900 kg y con una potencia de motor de 179 Kw.

Trituración y molienda: Consiste en la reducción de tamaños diferentes de las materias primas extraídos del frente del yacimiento, y tienen por objetivo obtener un producto fácilmente transportable. La cantera dispone de dos machacadoras, en relación a las aberturas de los molinos que producen materiales de 50 mm, 150 mm y 650 mm, y los que son superiores a 650 mm los consideran escombros; estos no caben en la boca de los molinos.

Parámetros principales de la cantera

Con base en las propiedades físico-mecánicas de las rocas y los equipos existentes para la extracción y transportación de la materia, así como en los cálculos técnicos y de explotación en el proyecto, se toman los siguientes parámetros de los elementos de la explotación:

1. Altura máxima del escalón: 7 m.
2. Ángulo del talud de frente activo: 75°.
3. Los trabajos de extracción se realizan solamente de día.

4. Longitud del avance de la perforación: 150 m-200 m.
5. El ancho del avance de perforación: 15 m.
6. Distancia de separación entre los agujeros perforados: 2,5 m.
7. Distancia de separación entre las hileras en la perforación: 2,5 m.

Caracterización ambiental del territorio

La caracterización ambiental del territorio permitió detectar problemas de carácter general, profundizando en sus causas y efectos a través del análisis de los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos sobre el objeto de estudio.

Esta etapa corresponde a una descripción del área donde está ubicado el yacimiento Socopetete, considerando la ubicación geográfica del área de influencia y del estado en que se encuentran los factores ambientales por la explotación del proyecto.

Los factores de mayor importancia a analizar pueden ser agrupados en las siguientes denominaciones: medio físico y medio biótico, además, se considera una caracterización integral del sistema de explotación.

Red hidrográfica: Está muy encajada, diseccionando las coladas basálticas de los volcanes, con cascadas y perfiles longitudinales con una pendiente muy pronunciada. Los caudales, alimentados con precipitaciones elevadas (2 m a 4 m anuales de media, hasta los 10 m en la vertiente sur), son importantes, si bien tienen un régimen torrencial. Una parte de esta energía se ha podido controlar gracias a las centrales hidroeléctricas de Riaba y Musola que proporciona electricidad a Riaba, Luba y una parte de Malabo. En la parte más alta del sur de la isla se destacan los lagos Biao y Loreto, que se alojan también en cráteres de volcanes apagados.

Geología regional: Las formas volcánicas de la región insular cubren la totalidad de las islas de Bioko y Annobón y están constituidas esencialmente por basaltos depositados por las coladas de lava, particularmente rico en calcio y magnesio en la isla. Las erupciones volcánicas han ido acompañadas de materiales más finos, conservados entre las diferentes coladas volcánicas o presentes en los suelos actuales (holofonos).

Geología local: La geología de la zona de estudio no presenta características diferentes a las de la isla de Bioko. El material rocoso que forma el yacimiento de

explotación está depositado en forma columnar y de estructura homogénea, desde el punto de vista geológico. Es una estructura geológica muy simple, constituido por un solo cuerpo rocoso, depositado en un manto de lava basáltica. Posee un sistema primario de grietas de enfriamiento con una estructura acentuadamente columnar, ligeramente flexionada a causa del flujo plástico durante el enfriamiento. Se manifiesta un importante sistema de fallas verticales y un sistema de grietas más tardías y cerradas.

Geomorfología: En el área de estudio, la tectónica no es nada distinta a la general de la isla por estar encajada dentro de la misma. Las formaciones rocosas que constituyen el afloramiento están estructuradas en forma de coladas. En la zona no se observan grandes accidentes geográficos naturales; pero más bien, los desniveles que allí se encuentran han sido originados por las operaciones del momento en el que se realizaba la apertura de la cantera y las diferentes etapas de explotación de la misma.

El hecho de que el relieve actual conserve las formaciones volcánicas se debe a la relativa resistencia a la erosión de las lavas basálticas. A pesar de la intensidad excepcional de la pluviosidad, las diferentes coladas de lava están separadas por depósitos volcánicos más blandos que facilitan la incisión torrencial de la red hidrográfica.

Climatología: La isla está situada al norte del Ecuador y se caracteriza por un clima ecuatorial de tendencia boreal con dos estaciones. Las condiciones del relieve y la insularidad determinan las variaciones microclimáticas producto de la altitud y de la orientación de las vertientes, sobre todo las expuestas al monzón.

Temperaturas: Por debajo de los 700 m, los valores y regímenes de las temperaturas son similares a los que se producen en la región continental (24°C de temperatura media anual en Malabo), con mínimas bastante bajas en diciembre y enero.

Precipitaciones: La estación seca boreal se extiende de diciembre a febrero, con precipitaciones inferiores a 50 mm/mes. La estación de lluvias dura nueve meses, de los cuales ocho cuentan con precipitaciones superiores a 100 mm/mes. Las vertientes y cumbres expuestas al monzón reciben precipitaciones todo el año, que oscila entre los 4 000 mm y los 10 000 mm anuales. En cambio, las zonas bajas, mejor protegidas del monzón, tienen una pluviosidad media anual comprendida entre los 2 000 mm y los 2 500 mm.

Humedad del aire: Se aproxima a la saturación a lo largo de todo el año, incluso en la estación seca, con valores siempre superiores al 80 %. Los vientos en el suelo son de velocidad moderada, con dirección de monzón SO-NE durante la estación seca.

Vegetación: La distribución actual del manto vegetal se debe principalmente a dos motivos: la existencia de capas de altitud entre los 700 m y los 3 000 m con unas condiciones de relieve y de clima muy específicas, y extensión de los cultivos de subsistencia y de cacao que cubren la mayor parte de la superficie por debajo de los 700 m. La vegetación forestal inicial de la zona de cacaos, similar a la del continente, solo se ha mantenido en algunas zonas topográficamente inaccesibles. La umbría necesaria para el cultivo de cacao se consigue mediante árboles que se ha conservado tras roturar la selva o mediante la plantación de árboles (selva agrícola de cacao).

La selva pluvial de baja altitud se ha conservado en la vertiente sur de la isla, que recibe más de 10 000 mm de agua al año con una nebulosidad importante, condiciones propicias para cualquier forma de explotación agrícola. Esta selva es particularmente rica en epifitos (orquídeas).

A partir de los 700 m, altitud máxima para el cultivo de cacao, se desarrolla la selva ombrófila perenne, premontañosa, con una densidad creciente de helechos arborescente y de Araliaceae. Por encima de los 1 800 m, la Ericaceae.

Paisaje: El paisaje del área de estudio se puede clasificar atendiendo a los aspectos siguientes: geomorfológicos, hidrológicos, geológicos, climáticos, etc.

-Aspectos geomorfológicos: la cantera Socopetete está anclada dentro de un conjunto volcánico que hoy se ha convertido en un relieve de pendiente ligeramente cóncavo que está muy profundizado en el extremo superior, suavizándose progresivamente en forma de glacis inclinado hacia el océano. Cabe destacar que en cuanto a la altitud, la zona de estudio está a menos de 150 m sobre el nivel del mar.

-Aspectos hidrológicos: en el área de estudio se destacan dos ríos los cuales pasan a ambos lados de la cantera, uno está a 80 m y otro a 120 m, aproximadamente; estos ríos son amenazados por la actividad que realizan en la cantera, donde los fragmentos de rocas llegan a los ríos y los obligan a cambiar de caudal.

-Aspectos geológicos: la geología de la zona está caracterizada principalmente por las rocas basálticas que han sido formadas por las erupciones volcánicas. Estos basaltos son ricos en calcio y magnesio. Este material se puede utilizar en la construcción y en otras obras que necesitan la seguridad.

Las estructuras más importantes lo constituyen las instalaciones de la cantera y otras como la casa de la palabra para los obreros, la carretera principal que sale de Malabo a Riaba y otra de acceso a la cantera.

El aire es contaminado, en mayor medida (hasta 1 km, aproximadamente), desde la zona de explotación, afectándose también el resto de las áreas debido a cambios de la dirección del viento por ocurrencia de fenómenos atmosféricos.

La actividad que se realiza en la cantera Socopetete, no ha tenido en cuenta los elementos que poseen valores estéticos, conservativos y funcionales ni la fragilidad del paisaje. No hay ninguna categoría para su conservación, ni se plantea el límite para la utilización de estos recursos.

Suelos: Descansan sobre rocas basálticas y la parte final de la textura de los suelos contiene todavía un porcentaje de halófanos, materiales que presentan características físicas y químicas particulares. Tienen capacidad orgánica para almacenar reservas importantes de agua y para retener elementos fertilizantes existentes en el suelo o aportados en forma de abono y fertilizantes. En la zona apta para el cultivo del cacao, la acidez es moderada, con un pH de alrededor de 6, y a pesar de que algunos elementos son insuficientes (fósforo, potasio), los suelos se consideran muy fértiles por lo que se deben conservar y mejorar de forma rentable.

Fauna: La fauna de Bioko se parece, en cuanto a su composición, a la del continente. Actualmente la Universidad Nacional de Guinea Ecuatorial, en colaboración con Arcadia University de Filadelfia, realiza investigaciones como los inventarios animales en la Gran Caldera y bosques colindantes en el marco del Programa Protección de la Biodiversidad en la isla de Bioko. Estos estudios revelan la existencia de especies endémicas en la isla, entre ellas dos subespecies de primates en Moka, cerca de Ureka. (Atlas de Guinea Ecuatorial, 2001).

En la zona de la cantera y sus alrededores la fauna silvestre es típica de espacios abiertos de zonas llanas, o con ligeras ondulaciones, cubiertas por pastos, cultivos y

árboles aislados. Los representantes de esta fauna son la mayoría animales de pequeño tamaño. Entre ellos predominan las especies de invertebrados, grupo que ha logrado adaptarse a vivir con el hombre en grandes espacios antrópicos.

Las aves (con poblaciones muy reducidas) constituyen el grupo de los vertebrados. El elemento más sobresaliente por su número, por su actividad o su belleza, es la paloma.

Los ratones y murciélagos son las especies más significativas dentro de los mamíferos. Los reptiles de pequeños tamaño como lagartos y culebras abundan en el área. Dentro del grupo de los anfibios las ranas son muy comunes.

Los invertebrados se presentan en gran variedad de formas. Especialmente abundantes son las especies y poblaciones de artrópodos. De día, al aire libre, los tipos de insectos más numerosos que se observan son los mosquitos, las mariposas le siguen en orden de abundancia.

Los obreros aprovechan el tiempo de descanso para poner las trampas alrededor de la cantera, donde capturan diferentes ejemplares, sin olvidarse de que algunas de estas especies están en peligro de extinción, como es el caso de los primates.

Identificación de las acciones impactantes

Las acciones están relacionadas con la extracción de reservas de material de construcción que se encuentran dentro del yacimiento Socopetete. Las acciones del proyecto que influyeron sobre los factores naturales y socioeconómicos del medio fueron las siguientes:

- A.** Desbroce
- B.** Arranque del mineral
- C.** Carga y transporte del material
- D.** Transporte del material
- E.** Trituración del material extraído
- F.** Escombreo.

Identificación de los factores ambientales impactados

Los factores naturales y socioeconómicos del medio que están sometidos a la influencia de las acciones anteriores son:

- I. Paisaje
- II. Vegetación
- III. Fauna
- IV. Geomorfología
- V. Aguas superficiales
- VI. Medio socioeconómico
- VII. Atmósfera
- VIII. Suelo.

Identificación y caracterización de los impactos ambientales

Para la identificación de los impactos se tuvo en cuenta el criterio de expertos, mediante una mesa redonda con diferentes opiniones, y la interacción entre las acciones del proyecto y los componentes ambientales, a partir de los cuales se identificaron doce impactos que se relacionan a continuación:

-Emisión de polvo a la atmósfera: Las nubes de polvo, causadas particularmente por tráficos en caminos no pavimentados, por voladuras, erosión y perforaciones que se encargan de poner las partículas en suspensión, en función de la granulometría, humedad y vientos predominantes, debido a lo cual, es transportado a distancias variables, además del polvo producido por la Planta de Preparación Mecánica existente en la cantera. En la época de sequía se incrementan los niveles de polvo lo que disminuye la calidad del aire. Es un impacto directo, negativo y con posibilidad de introducción de medidas.

-Emisión de gases a la atmósfera: Nitratos emitidos por la acción de la voladura y gases productos de la combustión que producen los equipos diesel, como por ejemplo el monóxido de carbono, que al ser absorbido por los pulmones reacciona con la hemoglobina formando carboxihemoglobina, lo cual reduce la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre. El proceso de inhalación de monóxido de carbono es reversible, al eliminar este de la atmósfera la persona se recupera fácilmente, dependiendo del tiempo de exposición al que se haya sometido el individuo. Una

prolongada exposición puede causar daños cerebrales e incluso la muerte. Es un impacto directo, negativo y con posibilidad de introducción de medidas.

-Emisión de vibraciones: Al producirse la detonación de una carga explosiva en un banco o en el interior de un macizo rocoso se libera energía potencial en un período de tiempo relativamente corto.

-Destrucción de la armonía paisajística: Con la explotación de la cantera, en los frentes de extracción, se elimina completamente la vegetación y la cobertura vegetal lo que provoca que se forme un paisaje lunar.

-Compactación de la capa fértil del suelo: Existe una compactación en los sectores de tránsito, especialmente de equipos y maquinarias. Es un impacto acumulativo y de largo plazo, de naturaleza reversible.

-Alteración de formas de relieve: Existen modificaciones de la pendiente por la construcción de caminos de accesos a la mina, así como por la extracción del mineral, donde se altera la composición del suelo, además de variar el curso de las aguas superficiales.

-Emisiones continuas y variables de ruido: Ocasionada por el movimiento de maquinarias en el sitio de laboreo y emisiones variables que son generadas por el pasos de los camiones de volteo, camiones de carga y vehículos de menor tamaño, transportando combustible, materia prima, personal y artículos de primera necesidad, además del producido por el trabajo de la Planta de Preparación Mecánica y de formación de escombros.

-Destrucción de la vegetación: Las operaciones mineras provocan la destrucción de la vegetación, así como de la cobertura vegetal, ocasionando el deterioro del suelo.

-Migración de especies: En el proceso de extracción del material, al producirse mayor generación de ruido, conjuntamente con el incremento de la presencia humana en estas labores, provoca que muchas especies vean afectado su substrato de vida.

-Posibilidad de empleo: La extracción del yacimiento es visto como un impacto positivo de la explotación minera por ofrecer un número considerable de empleo.

-Aumento de la demanda por servicios sociales: Se incrementa la demanda de servicios como transporte, educación, saneamiento básico, servicios de salud, producido por el aumento de la población o por alteraciones inducidas por la operación del yacimiento.

-Impactos sobre la salud: El polvo producido por la Planta de Preparación Mecánica afecta la salud de los pobladores cercanos a la cantera y la de los trabajadores.

Evaluación de los impactos ambientales

A continuación, se ofrece la correspondencia de cada uno de los impactos, en relación con los factores que afecta (filas) y la acción o acciones (columnas) que lo generan.

Tabla 6. Matriz causa-efecto

| Factores ambientales impactados | Acciones impactantes del proyecto | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F |
| I | X | X | | X | X | X |
| II | X | | | | | |
| III | X | X | X | X | X | |
| IV | X | X | | | | X |
| V | X | | | | | |
| VI | X | X | X | X | X | X |
| VII | X | X | X | X | X | |
| VIII | X | X | X | X | X | X |

Tabla 8. Matriz de importancia de los impactos

| Impactos | N | I | EX | MO | PE | RV | AC | EF | PR | RB | Importancia | Significado |
|-----------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|-------------|
| 1 | - | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 29 | Débil |
| 2 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 20 | Débil |
| 3 | - | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 35 | Moderado |
| 4 | - | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 8 | 47 | Moderado |
| 5 | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 8 | 33 | Moderado |
| 6 | - | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 50 | Moderado |
| 7 | - | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 8 | 35 | Moderado |
| 8 | - | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 46 | Moderado |
| 9 | - | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 41 | Moderado |
| 10 | + | 8 | 8 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 70 | Fuerte |
| 11 | + | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 52 | Fuerte |
| 12 | - | 4 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 35 | Moderado |

Tabla 9. Matriz de evaluación de impactos

| | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| I | -47 | -47 | | -47 | -47 | -47 | -235 | | 235 |
| II | -47,-46 | | | | | | -93 | | 93 |
| III | -46,-41 | -35,-35,-41 | -35,-41 | -35,-35,-41 | -35,-35,-41 | | -496 | | 496 |
| IV | -47,-50,-46 | -50 | | | | -50 | -243 | | 243 |
| V | -46 | | | | | | -46 | | 46 |
| VI | - 35,+70,+52 | -35,- 35,+70,+52,- 35 | -35,- 35,+70,+52,- 35 | -35,- 35,+70,+52,- 35 | -35,- 35,+70,+52,- 35 | +70,+52, | -455 | +732 | 1187 |
| VII | -20 | -29,-20 | -20 | -29,-20 | -29,-20 | | -187 | | 187 |
| VIII | -33 | -35,-33 | -35,-33 | -35,-33 | -35,-33 | -33 | -338 | | 338 |
| T (-) | -504 | -430 | -269 | -380 | -380 | -130 | 2073 | | |
| T (+) | +122 | +122 | +122 | +122 | +122 | +122 | | +732 | |
| TOTAL GRAL | 626 | 552 | 391 | 502 | 502 | 252 | | | 2825 |

Medidas correctoras

Las medidas correctoras se han orientado a la fase final del cierre de la cantera y están relacionadas con el uso futuro que tendrá la zona de la explotación.

-Las estructuras y edificaciones serán desmanteladas y retiradas de la zona, así como las losas de concreto.

-Las vías de acceso y transporte a la cantera serán entregadas en buen estado de mantenimiento para que puedan ser utilizadas en el monitoreo del lugar, después de lo cual serán cerradas.

-Retirar todas las instalaciones utilizadas (oficinas, talleres, almacén, etc.).

-Limpiar totalmente el área intervenida y reciclar o disponer los residuos convenientemente en el depósito sanitario más cercano, y luego nivelar el terreno, a fin de integrarlo nuevamente al paisaje original.

-El escenario ocupado por estas instalaciones debe ser restaurado mediante el levantamiento de las estructuras implementadas para el mantenimiento y reparación de las maquinarias y equipos utilizados en la obra.

-De existir suelos contaminados por aceite y grasas, estos deben ser removidos hasta una profundidad de 10 cm por debajo del nivel inferior de contaminación y disponerlo con una empresa autorizada para prestar este servicio. Posteriormente, se nivelará el área para integrarla al paisaje circundante.

-Los taludes de los frentes de trabajo y canchas de desmonte serán acondicionados a pendientes de reposo.

-Se limitará el acceso a zonas con riesgo de derrumbes, mediante letreros de advertencia, restricciones de acceso y vigilancia.

- Se implementarán evaluaciones post-cierre de la estabilidad de los taludes para tomar conocimiento de los resultados obtenidos en las medidas ejecutadas.
- El desmonte y el material excedente serán dispuestos en capas sucesivas compactadas con el tráfico de los camiones.
- Los ángulos de los taludes deberán asegurar la estabilidad de los mismos.
- Se realizarán inspecciones frecuente de taludes y bancos en dimensión final.
- Se facilitará el incremento de la vegetación natural (cierre concurrente).

Discusión de los resultados

La precisión y la calidad de los resultados en esta investigación están relacionadas directamente con la calidad de la información recolectada inicialmente:

-Aunque la Ley Reguladora del Medio Ambiente y la Ley de Minas de Guinea Ecuatorial plantean la obligatoriedad de la presentación del Proyecto de Explotación y la Evaluación de Impactos previa al inicio de las operaciones mineras, se pudo comprobar que al inicio de las actividades mineras en la cantera Socopetete no se tuvo en cuenta lo estipulado en dichas leyes.

-Es necesario hacer una evaluación de las consecuencias de las vibraciones sobre los asentamientos poblacionales de los alrededores del yacimiento.

-Los resultados han sido obtenidos sobre la base de la metodología matricial de Leopold, modificado por el autor. Estos resultados no difieren de los que se han obtenido en estudios similares en otros proyectos de explotación de áridos.

-El factor que recibió más impactos positivos fue el medio socioeconómico y los más afectados por los impactos negativos fueron la atmósfera, la fauna, el paisaje y el suelo.

-Las acciones que generan más impactos negativos son el desbroce y el arranque del material, y la que produce más impactos positivos es la trituración y molienda.

Conclusiones

La caracterización general de la cantera permitió conocer las particularidades del sistema de explotación y la tecnología aplicada.

La descripción ambiental del entorno mostró el estado del área donde está ubicado el yacimiento y del medio físico y biótico.

Se identificaron seis acciones fundamentales del sistema de explotación productora de impactos y ocho factores básicos susceptibles de recibir impactos.

La metodología aplicada permitió identificar, caracterizar y evaluar los impactos que genera la actividad de la cantera.

La EIA realizada y la aplicación del plan de medida propuesta permitirán que el cierre de la cantera minimicen los efectos perjudiciales de la explotación de la cantera Socopetete.

Referencias bibliográficas

ARSE, R. 1998: Metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental. Escuela de Organización Industrial, España.

Atlas de Guinea Ecuatorial. 2001: Les Editions. J. A., 64 p.

AYALA, F. ET AL. 1989: *Manual de restauración de terrenos y Evaluación de Impacto Ambiental en minería*. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.

CONESA, V. 2007: *Guía metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental*. 3ª edición. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, 401 p.

ESPINOZA, G. 2007: *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago de Chile, 288 p.

PEROTI, A. 2003: *Evaluación de Impacto Ambiental del yacimiento Cañada Honda*. Tesis de maestría. Instituto Superior Minero y Metalúrgico de Moa. Cuba.

RUESGA, S. & DURÁN, G. 1995: *Empresa y Medioambiente*. Ediciones Pirámides S.A., Madrid, España.

MALDONADO, A. 2010: Evaluación de Impacto Ambiental. Tesis de maestría. Universidad José Carlos Mariátegui [en línea]. Consultado: 10 nov 2012. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Matriz-De-Leopold/314122.html>