INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO

"Dr. Antonio Núñez Jiménez"
FACULTAD GEOLOGÍA – MINERÍA
Carrera Minería

Trabajo de Diploma

en Opción al Titulo de Ingeniero de Minas.

Titulo: Estudio del impacto Ambiental en el Yacimiento "Los Guaos".

Autor: Jorge Luis Parra Alemán.

Tutores: Dra. C. Mayda Ulloa Carcasses.
Ms. C. Juan Venturas Ranss.

Cotutor: Ms. C. Niubis Pérez Acuñas.

"Año del 45 Aniversario del Triunfo de la Revolución"

Moa - 2004

RESUMEN

El trabajo de Diploma Estudio del impacto Ambiental en la cantera "Los Guaos" constituyó una investigación que permitió facilitar la Evaluación del Impacto provocado por la explotación minera de la cantera sobre el medio ambiente dotando a la Empresa de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba de una importante herramienta para la toma de decisiones en función de mejorar su Gestión Ambiental y disminuir los efectos nocivos provocados por el cumplimiento de su objeto social.

Como resultado y con la utilización de métodos científicos se determinaron las actividades que provocan los mayores impactos negativos así como los de mayor importancia, de igual forma se presenta un plan de medidas de carácter técnico y organizativo que facilitarán la mitigación de estos impactos.

Esta Evaluación de Impacto Ambiental y la propuesta del Plan de medidas han sido elaboradas con un enfoque integrador de las metodologías más usadas en Cuba, las normas ISO 14000 y las legislaciones vigentes para la actividad ambiental con el fin de facilitar el manejo del yacimiento para el uso de los recursos naturales teniendo en cuenta el desarrollo sostenible.

SUMMARY

The work of Diploma Study of the Environmental impact in the quarry "The Guaos" it constituted an investigation that allows to facilitate the Evaluation of the Impact caused by the mining exploitation of the quarry on the environment endowing to the Company of Materials of the Construction of Santiago from Cuba of an important tool for the taking of decisions in function of to improve their Environmental Administration and to diminish the noxious effects caused by the execution of their social object.

As a result and with the use of scientific methods the activities were determined that cause the biggest negative impacts as well as those of more importance, of equal are formed it presents a plan of measures of technical and organizational character that you/they will facilitate the mitigation of these impacts.

This Evaluation of Environmental Impact and the proposal of the plan of measures have been elaborated with an integrative focus of the methodologies more used in Cuba, the norms ISO 14000 and the effective legislations for the environmental activity with the purpose of facilitating the handling of the location for the use of the natural resources keeping in mind the sustainable development.

INTRODUCCIÓN

Las preocupaciones del ser humano por el medio ambiente y por el desarrollo datan de muchos años atrás, no obstante el discurso ambiental se ha hecho publico y notorio en los últimos años, no podemos obviar que hemos llegado a él a través de un proceso largo y ascendente, uno de cuyos hitos fue la Conferencia sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo, Suecia, en 1972, aunque la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Comisión Brudtland) en el año 1987, paso a la historia con su informe "Nuestro Futuro Común", donde se establece el concepto de "Desarrollo Sostenible", pero indiscutiblemente quien marco un viraje y puso el concepto de medio ambiente al alcance de todos los ciudadanos del planeta fue la **Cumbre de Río de Janeiro.**

Resolver paulatinamente los problemas producidos por impactos ambientales negativos como resultado de la actividad minera y logra una participación de todos los factores en la solución de los mismos ha incrementado el interés de los organismos de la Administración Central del Estado, implicados en esta actividad productiva.

En la presente tesis la evaluación de Impacto Ambiental es visto como un instrumento para garantizar la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, a través de un estudio detallado que permite evaluar el comportamiento en el tiempo de las actividades productivas, teniendo como **objeto** de estudio los procesos tecnológicos producidos en la cantera los Guaos.

El **problema** científico que sustenta esta investigación está dado por la necesidad de identificar, caracterizar y valorar los impactos que provoca la explotación de esta cantera de rocas ígneas y sus consiguientes afectaciones al medio ambiente del territorio para evitar o disminuir al mínimo sus efectos negativos.

Hace varias décadas que la actividad minera provoca, en el territorio, impactos importantes sobre el medio, existiendo en la actualidad una degradación ambiental importante en el área de influencia del yacimiento "Los Guaos" por lo cual se hace urgentemente necesario realizar estudios ambientales, que sustenten una adecuada

planificación ambiental del territorio y que económicamente sean sustentables. Por esta razón el **objetivo general** del trabajo es determinar el impacto ambiental que provoca la explotación de la cantera "Los Guaos" en el área de influencia de la actividad minera.

Los **objetivos específicos** serán los siguientes:

1. Realizar una caracterización general del medio físico del área de explotación.
2. Identificar las acciones que provocarán impactos y los factores del medio susceptibles de recibirlos.
3. Proponer un plan de medidas de prevención y corrección, para mitigar los efectos negativos provocados por el laboreo de la cantera.
4. Definir el plan de monitoreo.

Como **hipótesis** se sustenta que: "Si se realiza una Evaluación del Impacto provocado por la explotación minera de la cantera "Los Guaos" sobre el medio ambiente, se podrá aplicar un plan de medidas para la corrección o mitigación de los efectos negativos en el entorno y lograr el uso racional de los recursos naturales".

Para el logro de los objetivos propuestos el trabajo de tesis se estructuro en 3 Capítulos descritos a continuación:

En el Capítulo I del trabajo se plasman las disposiciones legales presentes en Cuba para la realización de estudios de Impacto Ambiental, se expresan los resultados esperados en el trabajo, al igual que se realiza una breve descripción de los materiales y métodos utilizados en esta investigación.

En el Capitulo II se realiza una descripción de la ubicación del yacimiento y la caracterización de los procesos tecnológicos que se realizan en la cantera.

En el Capitulo II y último se muestra la descripción de los diferentes focos de contaminación producidos en la cantera, los mismos se incluyeron en una matriz de impacto para su evaluación y determinación del grado de afectación que se produce al medio ambiente, en este capitulo también se proponen las medidas de carácter técnicas y organizativas que se deben poner en práctica en la cantera para la mitigación de los impactos producidos.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO METODOLÓGICO

1.1 Criterios Teóricos Metodológicos

Con este trabajo se persigue lograr un adecuado manejo Ambiental para una empresa minera, a partir del estudio de los impactos ambientales que se producen debido al laboreo minero a cielo abierto en el yacimiento de porfiritas “Los Guaos”, explotado por la Empresa de Materiales de la Construcción # 14, así como proponer una serie de medidas que permitan minimizar o atenuar los efectos negativos de la actividad minera sobre el medio ambiente.

1.2. Fundamentación del problema

Hace varias décadas que la actividad minera provoca, en el territorio, impactos importantes sobre el medio, existiendo en la actualidad una degradación ambiental importante en el área de influencia del yacimiento “Los Guaos” por lo cual se hace urgentemente necesario realizar estudios ambientales, que sustenten una adecuada planificación ambiental del territorio y que económicamente sean sustentables. Por esta razón **el problema** fundamental que pretende resolver esta investigación **es la necesidad de identificar, caracterizar y valorar los impactos que provoca la explotación de esta cantera de materiales de la construcción, y sus consiguientes afectaciones al medio ambiente del territorio para evitar o disminuir al mínimo sus efectos negativos.**

1.3. Objetivo

El **objetivo general del trabajo** es determinar el impacto ambiental que provoca la explotación de este proyecto en el área de influencia de la actividad minera.

Los **objetivos específicos** serán los siguientes:

1. Realizar una caracterización general del medio físico del área de proyecto.
2. Identificar las acciones que provocaran impactos y los factores del medio susceptibles de recibirlos.
3. Proponer un plan de medidas de prevención y corrección, para mitigar los efectos negativos provocados por la ejecución del proyecto.
4. Definir el plan de monitoreo.

1.4. Hipótesis

La hipótesis de este trabajo plantea: “Si se realiza una Evaluación de Impacto Ambiental provocada por la explotación minera del yacimiento Los Guaos sobre el medio ambiente, se podrá aplicar un plan de medidas para la corrección y/o mitigación de los efectos negativos en el entorno y lograr el uso racional de los recursos naturales”.

1.5. Disposiciones legales

En Cuba para realizar estudios de impacto ambiental se debe considerar sobre todo las siguientes disposiciones legales y reglamentarias que regulan el control del medio ambiente:

- Ley 76. Ley de Minas
- Ley 81. Ley de Medio Ambiente.
- Guía para la realización de las solicitudes de licencia ambiental los estudios de impacto ambiental. Ministerio de Ciencia Tecnología y medio Ambiente. Centro de Inspección y Control Ambiental (2001).
- Resolución 77/99 del CITMA. Establece la metodología para garantizar el desarrollo homogéneo del proceso de EIA en todo el territorio nacional y su control a través del Sistema de Inspección Ambiental Estatal.

1.6. Viabilidad.

Esta investigación constituye una herramienta de trabajo para corregir acciones del proyecto que produzcan un deterioro ambiental importante, por lo que su viabilidad está dada, en que en este estudio se dan las bases para corregir o mitigar los impactos negativos que se generan durante la explotación minera, constituyendo una herramienta primordial en manos de los ejecutores y del personal encargado de velar por el cuidado del medio ambiente y hacer cumplir la legislación medio ambiental vigente en el país.

1.7. Resultados esperados y aplicabilidad.

Los resultados esperados son los siguientes:

• Identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales que se producen en la instalación minera.
• Elaboración de un plan de medidas preventivas, correctoras o de mitigación para cada etapa del proyecto.

Estos resultados pueden ser aplicados en otros proyectos mineros similares, teniendo en cuenta las peculiaridades de los yacimientos a evaluar.

1.8. Metodología de la investigación.

Para la realización del Estudio de Impacto Ambiental, se han seguido las siguientes fases metodológicas, en lo que se resumen una gran cantidad de técnicas, procedimientos y métodos de estudios analizados, que permiten entender, evaluar y concebir la influencia de la explotación del yacimiento “Los Guaos” sobre el medio ambiente. (Anexo No. 1)

1. Análisis del proyecto.
2. Definición del ámbito y diagnóstico ambiental.
3. Identificación de las acciones.
4. Identificación de factores del medio susceptibles a recibir impactos.
5. Identificación y predicción de impacto
6. Valoración de Impactos.
7. Medidas Correctoras y Plan de Seguimiento y Monitoreo.

A continuación se describirán cada una de las mencionadas fases:

El análisis del proyecto: Consiste en analizar el proyecto objeto de Evaluación. Ello incluye: La descripción física del proyecto: Sus elementos constituyentes, tecnologías, materia prima, programa de desarrollo y los objetivos del proyecto. Como mínimo deben analizarse los siguientes elementos:

- Características generales:
* Clasificación del proyecto: a cielo abierto, en el subsuelo o en el fondo marino.
* Localización y delimitación del área de explotación, incluyendo las instalaciones para el laboreo y procesamiento de los minerales.
* Recurso mineral a explotar.
* Estructura y reservas probadas o estimadas del yacimiento.
* Características físicas y químicas del mineral.
* Tecnología a emplear para la extracción y procesamiento del mineral.
* Tratamiento previo y procesamiento del recurso.
* Otros recursos naturales y materias primas a emplear.
* Utilización de productos Químicos: composición, características y condiciones de almacenamiento.
* Destino de los minerales extraídos.

* Desechos sólidos, residuales líquidos y emisiones gaseosas generadas por la actividad.
* Sistemas de tratamiento y disposición final de los desechos.
* Plan de manejo, reciclaje y aprovechamiento de los desechos.
* Vida útil estimada.
* Fuentes de energía, consumo estimado y aplicación de la cogeneración.
* Programa de la rehabilitación de las áreas afectadas.
* Localización y dimensiones de las escombreras y coleras.

Definición del ámbito de Diagnostico Ambiental: El ámbito es el área de extensión de las interacciones que se pretenden analizar, y que corresponden a la parte del ambiente que interacciona con el proyecto.

Identificación de acciones: Las acciones son las causas desencadenantes de impactos. Deberán definirse su magnitud, flujo y localización espacial. Ellas deberán distinguirse según el momento en que se produce, lo cual permitirá distinguir las bases de desarrollo del proyecto.

Identificación de los factores del medio susceptibles de recibir impactos: Los factores son los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. Se derivan del concepto de factor ambiental que son los componentes del medio ambiente.

Identificación y predicción de impactos: Esta etapa consiste en determinar los impactos que han surgido como consecuencia de la ejecución del proyecto y predecir la naturaleza de las interacciones proyecto-entorno.

Para la ejecución de esta etapa se elabora una matriz combinada con tres secciones que recoge:

- La **identificación de impactos:** Se muestran cada unos de los impactos en relación con los factores que afecta (filas) y la acción o acciones (columnas) que lo generan.

- **La valoración de los impactos:** Permite reflejar cada uno de los impactos producido por el proyecto ofreciendo una valoración cualitativa y cuantitativa.

- **La evaluación de los impactos:** Reflejan la forma en que influyen las acciones constructivas que se ejecutan en el proyecto sobre los diferentes factores del medio impactados.

Valoración de Impactos: Sobre la base de los cálculos de la importancia, se hace una simple caracterización y valoración cualitativa de los impactos identificados.

Medidas de Mitigación: Son aquellas destinadas a lograr que el medio ambiente se mantenga en una condición satisfactoria o de equilibrio razonable, independientemente de que el impacto se manifieste antes o después de aplicar las medidas.

1.9. Materiales y métodos.

Las dinámicas grupales, las entrevistas, las consultas a expertos y el análisis de documentos técnicos, constituyeron los elementos de la metodología cualitativa que se emplearon, la cual aportó el conocimiento de los criterios de las partes interesadas en el proyecto.

La matriz causa-efecto se aplico teniendo en cuenta que según la práctica mundial y debido a las características del proyecto, es el método más adecuado para realizar la evaluación ambiental en proyectos mineros. La metodología de Vicente Conesa Fernández-Vitora adaptada por el autor, fue la herramienta empleada para efectuar la valoración de los impactos.

1.10. Análisis y Revisión Bibliográfica.

La búsqueda bibliográfica se orientó en dos líneas principales:

• Trabajos realizados sobre el tema.
• Información relacionada con la teoría y metodología del objeto de estudio. Leopold en 1971;

Moore en 1972 y Sorenson en 1973, [17]: En estos textos de los autores se analizan las diferentes variantes que se pueden utilizar para identificación, caracterización y valoración de impactos ambientales. No consideran el caso específico de la minería pero plantean los tipos de proyectos para los cuales sus metodologías son eficientes.

Estos aspectos fueron considerados con el fin de facilitar la selección de la técnica de identificación de impactos más adecuada, cuestionando las principales ventajas y desventajas de estas variantes. Leopold, emplea una matriz que su complejidad no está en el sentido de su concepción, pero es una matriz muy extensa que relaciona 88 factores por 100 acciones, lo que asciende a 8800 interrelaciones en toda la matriz, lo que la hace más compleja. Sorenssen**,** emplea por primera vez una matriz escalonada para el análisis del uso de los recursos costeros de E U, se basa en el desarrollo sucesivo de matrices interrelacionadas entre sí, es una integración de redes y matrices.

El laboratorio de EU Batelle Columbus, desarrolla un método en el cuál se utiliza una valoración global o impacto neto del proyecto, se parte de un listado de cuestiones a las cuáles se asocia un elemento de impacto ambiental.

Chiu Espinosa, J. En 1996 [6] expone una metodología práctica en la realización de Estudios Ambientales y Evaluación de Impactos en general para yacimientos lateríticos,

añadiendo factores innovadores destacándose dentro de estos las técnicas de Cartografía Ambiental.

Jaramillo Espinosa C V, Castillo Luna M E (1998) [24] realizaron un detallado estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental en el yacimiento “Calizas Nambacola”. Provincia de Loja Ecuador, que contribuyó a la obtención de información referente al Estudios Ambientales y Evaluación de Impactos en general, para yacimientos de calizas, empleados para la elaboración de áridos obtenidos en la industria de materiales de la construcción y las interacciones características con el medio ambiente.

Drobney; Smith; Warner; Preston. (1974), [17]. En estos trabajos se muestran y proponen las recopilaciones más exhaustivas sobre métodos existentes de análisis de Impacto Ambiental, las metodologías de valoración de Impactos y sus subdivisiones en las listas de verificaciones, matrices, sobre posiciones y redes. Estos estudios permitieron seleccionar la variante adecuada.

Eva Salgado (1997), [66]. Esta tesis de maestría que realiza un análisis sobre el tema de la Gestión Ambiental, en el que se plantea fundamentalmente la estructura que debe poseer un sistema de Gestión Ambiental con las medidas adecuadas para la implementación del mismo.

Este estudio permite analizar el problema de la gestión ambiental desde la óptica y la relación con la comunidad y el municipio, lo que posibilita realizar un análisis desde un enfoque técnico y organizativo.

Conesa Fernández Vitora, V. (1997) [9]. El libro Guía Metodológica para la Evaluación de Impactos Ambientales, es un manual que presenta procedimientos y métodos de trabajo que permiten realizar un trabajo integral, son de fácil aplicación y de gran utilidad para equipos multidisciplinarios que se ocupan de llevar a cabo los Estudios de Impacto Ambiental. El libro se estructura en dos apartados. El apartado No. 1 incluye

cuatro capítulos. Los tres primeros se dedican a definir la tipología de impactos, los estudios y evaluaciones de impacto ambiental, la sistematización de los factores ambientales y a la relación con la legislación vigente. En el capítulo cuatro del apartado I señala las metodologías utilizadas en este tipo de trabajos. En el Apartado II, que es la parte más importante del libro puesto que propone una metodología detallada que es de gran utilidad. La tercera parte del manual relaciona 19 ejemplos de proyectos sometidos a evaluaciones de Impacto Ambiental.

Finalmente se definen los factores que pueden ser afectados por las acciones de un proyecto. Se recogen los indicadores de impacto. Se describen los focos de contaminación, los efectos de las emisiones y una descripción de las medidas correctoras y preventivas.

Ley 81 de Medio Ambiente. La Ley 81 de Medio ambiente en su artículo 13 establece que los Organismos que tienen a su cargo el uso y administración de recursos naturales, en cumplimiento de sus deberes, atribuciones y funciones específicas relativas a la protección del medio ambiente, deben incorporar y evaluar los requerimientos de la protección del medio ambiente en sus políticas, planes y programas de desarrollo y ejecutar proyectos con vista a garantizar la sostenibilidad de su gestión y contribuir al desarrollo de la vida en un medio ambiente adecuado, valorando científicamente los factores ambientales. Los artículos 67 y 70 establecen el régimen de sanciones administrativas en materia de protección del medio ambiente que incluye a las personas naturales y jurídicas que incurran en las contravenciones establecidas en la legislación complementaria a la Ley y asevera que toda persona natural o jurídica que por su acción u omisión dañe el medio ambiente está obligada a cesar en su conducta y a reparar los daños y perjuicios que ocasione.

El articulo 92 plantea la obligación de todas las personas naturales y jurídicas en la protección y conservación de las aguas y de los ecosistemas acuáticos en condiciones que permitan atender de forma óptima a la diversidad de usos requeridos para

satisfacer las necesidades humanas y mantener una equilibrada interpelación con los demás recursos naturales asegurando un adecuado desarrollo del ciclo hidrológico y de los elementos que intervienen en él, prestando especial atención a los suelos, áreas boscosas, formaciones geológicas y a la capacidad de recarga de los acuíferos.

Las personas naturales o jurídicas, articulo 106, que tienen a su cargo el uso o explotación de los suelos:

- Se ajustarán hacer su actividad compatible con las condiciones naturales de estos y con la exigencia de mantener su integridad física y su capacidad productiva y no alterar el equilibrio de los ecosistemas.

- Adoptaran las medidas que correspondan, tendientes a evitar y corregir las acciones que favorezcan la erosión, salinización y otras formas de degradación o modificación de sus características topográficas y geomorfológicos.

- Realizar las prácticas de conservación y rehabilitación que se determinen de acuerdo con las características de los suelos y sus usos actuales y perspectivos.

- Cumplir las demás disposiciones establecidas en la legislación básica de suelos del país y otras que a su amparo dicten los organismos competentes.

En los artículos 120, 122 y 137 se refieren a que toda actividad minera estará sujeta al proceso de evaluación de impacto ambiental, por lo que el concesionario solicitará la licencia ambiental para ejecutar la fase de explotación.

Las personas naturales o jurídicas que desarrollan actividades de aprovechamiento de recursos minerales, estarán en la obligación de rehabilitar las áreas degradadas por su actividad, así como las áreas y ecosistemas vinculados a éstas que puedan resultar dañados, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Minas y en la presente Ley, o

en su defecto, a realizar otras actividades destinadas a la protección del medio ambiente, en los términos y condiciones que establezcan el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, el Ministerio de la Agricultura y el Ministerio de la Industria Básica.

Las medidas de corrección estarán destinadas a disminuir los daños causados al paisaje y, en la medida de lo posible, a recuperarlos o rehabilitarlos y se aplicarán de conformidad con lo dispuesto en la presente Ley y su legislación complementaria.

También en esta Ley el artículo 160 se refiere a que todo inversionista está obligado a asegurar condiciones ambientales que no afecten o pongan en riesgo la salud o la vida de los trabajadores, así como desarrollar las actividades laborales en armonía con el medio ambiente, garantizando además los medios de protección adecuados. El inversionista queda obligado a reparar los daños o perjuicios provocados por el incumplimiento de las obligaciones anteriores.

Guías para la Realización de las solicitudes de Licencia Ambiental y los Estudios de Impacto Ambiental. El Centro de Inspección y Control Ambiental (CICA), (2001) emitió las guías para realizar estudios de impactos ambientales. Para proyectos de obras o actividades de minería , regula la utilización de una guía general e indicadores definidos en una guía específica para la actividad minera.

Ley 76 de Minas. La Ley 76 de Minas de enero de 1995 establece en su artículo 40 y 42 que todos los concesionarios están obligados a preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área, elaborando estudios de impactos y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar el impacto derivado de la actividad minera en los términos que establece la legislación.

En el artículo 57 señala que los concesionarios pueden perder esta condición si no cumplen con el programa de ejecución de las medidas de mitigación y en el 64 y 65 señala la obligación de restaurar con el cierre de la mina. Normas cubanas:

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.

J. C. Páez Zamora. (1996). En su libro Introducción a la Evaluación de Impacto Ambiental, hace una clasificación de los métodos cualitativos y cuantitativos, presentando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Winterhalder, Keith, (1998), en el Manual para el Estudio de la Vegetación, presenta una metodología para realizar estudios de Línea Base de la Vegetación, destacando la importancia de estos trabajos para el cuidado y conservación del medio ambiente y para la Evaluación de Impacto Ambiental.

Belore, Harold (2001). La Geomorfología en los Estudios de Línea Base, es un libro que hace una descripción detallada de las características geomorfológicos, presentando métodos para su valoración para determinar su influencia en los proyectos mineros.

Clulow, Víctor. (1998), Esta guía para Realizar e Informar Estudios de Línea Base de Fauna en un emplazamiento minero antes del inicio de las operaciones, presenta una metodología para realizar los estudios de línea base y presta especial atención a la creación de áreas de control y de referencia.

CAPITULO II. CARACTERIZACIÓN INTEGRAL DEL YACIMIENTO Y LA ACTIVIDAD MINERA EN LA CANTERA Y PLANTAS.

2.1. Caracterización geológica y ubicación del yacimiento. Datos generales

2.1.1. Características geográficas y económicas de la región

La ciudad de Santiago de Cuba es el centro político – administrativo de la región, encontrándose en el, la mayor parte de la población.

Al norte de la región se encuentra la carretera central, la cual sirve de enlace a Santiago de Cuba con el resto del país, al sur pasa la carretera del camino viejo del Cobre.

La agricultura se encuentra poco desarrollada ya que la vegetación es arbustiva y los suelos presentan poca fertilidad, se cría ganado vacuno a escala pequeña.

La zona no esta densamente poblada, existe un asentamiento poblacional donde las viviendas en línea general tienen un estado regular, cerca del yacimiento encontramos como objetos socioeconómicos: Textilera, Empacadora, Refinería, Termo – eléctrica, etc, lo cual constituye fuente de empleo para los habitantes de esa zona, el nivel cultural en sentido general es medio.

Aproximadamente a los 12 Km. al oeste se encuentra el yacimiento El Cobre, en el cual la localidad tipo de formación a la cual se asocia el cuerpo de porfiritas.

2.1.2. Ubicación del yacimiento, límites en coordenadas geográficas

El yacimiento se encuentra ubicado el municipio Santiago de Cuba a 5 Km. al oeste de la Ciudad.

Las coordenadas del centro del yacimiento en el sistema Lambert son:

X: 559500 – 602500

Y: 155000 – 157250

Las coordenadas geográficas con respecto al centro del yacimiento son:

$Y = 20º\ 04^{/}\ 22^{//}$ - latitud norte.

$X = 75º\ 53^{/}\ 20^{//}$ - latitud oeste.

2.1.3. Relieve

El relieve en la región se puede clasificar de llano ondulado o semi-montañoso cuyo origen se relaciona con procesos tectónicos y erosivos.

Al este del yacimiento se presentan las cotas más altas con valores de 231 metros (zona oriental) sobre el nivel del mar.
Las cotas mínimas son de 50 metros, esto es apreciable al oeste donde el relieve es más ondulado (sector II de los Guaos).

Existen algunas cañadas de poca profundidad, solo al noreste del yacimiento, existen algunas cañada con profundidad de 1 – 5 metros, la cual limita al campo de porfiritas.

Hacia el este las elevaciones presentan pendientes suaves hacia el norte y abrupta hacia el sur.

2.1.4. Hidrografía

La red hidrográfica la conforman los ríos Guaos y Gascón y algunos arroyos. Estos ríos con una dirección aproximada de norte a sur siendo de carácter intermitentes en épocas de estiaje.

La fuerza erosiva de los ríos es limitada debido a la pendiente longitudinal suave que presentan.

El río Gascón pasa al este del yacimiento, nace al norte el área en las inmediaciones de la Sierra o Puerto Pelado y desemboca en la bahía de Santiago de Cuba, atravesando en su recorrido rocas de la formación El Cobre.

El río Guaos, nace al norte, atraviesa el yacimiento y desemboca en la bahía de Santiago de Cuba.

2.1.5. Clima

El clima es tropical y seco con temperaturas mayores de 26º C, la mayor parte del año. La humedad relativa es generalmente entre 70 y 85%; la época de lluvias es desde Abril hasta Noviembre con pocas precipitaciones con un promedio anual de 1119 milímetros y se producen en intervalos cortos de tiempo, con un PH aproximado de 6.2. La temperatura media más alta en el periodo es de 31.3º C en Agosto, Enero y Febrero, la media más baja es de 26.3º C.

2.1.6. Estructura geológica del yacimiento

El área del yacimiento forma parte del flanco norte del anticlinarium Sierra Maestra el cual se extiende a lo largo de 200 Km. con dirección sub – latitudinal con cierta desviación hacia el suroeste.

En la región afloran las rocas de la formación “El Cobre”, la que se encuentra dividida en tres miembros:

a) Miembro Caney.
b) Miembro Hongolosongo.
c) Miembro Yarayabo.

a) Miembro Caney. Este aflora al sureste de la región, aflorando solo la parte superior de dicho miembro.

   Predominan las rocas piroclásticas de composición básica y media de diferentes granulometrías, brechas con numerosas intercalaciones de poco espesor de lentes de calizas macizas y brechosas con huellas de fauna.

b) Miembro Hongolosongo. Formado por tres series:
   - La inferior representada por todos los fragmentos gruesos y medios de composición media a ácida, tufitas y tobas.

   - En la superior se encuentran las cabezas macizas y brechosas con fragmentos de rocas tobáceas. En este miembro se encuentra el cuerpo subvolcánico de porfirita andesítica – dacítica al cual corresponde el yacimiento "Los Guaos".

   - La serie media esta representada por conglomerados tobáceos, areniscas tobáceas, tufitas, etc.

c) Miembro Yarayabo. Yace concordantemente sobre el miembro anterior, predominando en su parte inferior las brechas de lavas y lavas de composición básica, tobas de composición media y ácida y areniscas tobáceas.

2.1.7. Estratigrafía y algunas características litológicas del yacimiento

El yacimiento esta formado por un cuerpo subvolcánico de composición media a ácida y representado por porfirita andesítica – dacítica y dacítica.El cuerpo de porfiritas se extiende en su máxima longitud de este a oeste con ángulo de buzamiento hacia el suroeste de 70º.

Hacia el centro del yacimiento las rocas son de composición ácida, representadas por porfiritas dacíticas, mientras que hacia la periferia tienen composición media representadas por porfiritas andesítica – dacítica.

A medida que aumenta la profundidad, la granulometría se hace más fina.

Las rocas encajantes del cuerpo de porfiritas están representadas por rocas vulcanógeno – sedimentarias de composición media y ácida entre las cuales predominan tobas de diferentes granulometría, areniscas tobáceas, tufitas, etc.

En el área de estudio predominan las tobas cinerícas y sub – yaciendo a estas se encuentran las tobas psamíticas y psefíticas de composición media y ácidas, estas están alteradas.

2.1.8. Tectónica del yacimiento

Las rocas de esta formación se encuentran afectadas por la tectónica disyuntiva, presentándose la yacencía de la roca muy alterada, siendo los buzamientos abruptos o invertidos en algunas partes.

El área de estudio presenta gran desarrollo de las estructuras disyuntivas sobre todo el agrietamiento en la parte superior del macizo.

Las estructuras plicativas no están muy desarrolladas en el área, existiendo pequeños pliegues de carácter local sobre todo en la roca encajante.

El macizo de porfiritas es atravesado por una falla transversal la cual presenta una dirección aproximada de noreste a suroeste. Esta se puede observar al oeste del río “Los Guaos” donde aparecen los buzamientos invertidos.

2.1.9. Génesis del yacimiento

Según las características estructurales y su relación con las rocas encajantes, el cuerpo de porfiritas andesítico dacíticas, instruyo a rocas de la formación el Cobre en el periodo entre la parte baja del Paleógeno y Eocénio Medio. Este cuerpo subvolcánico es de sección elíptica algo irregular con un ancho aproximado de 200 metros y 1 Km. de largo. Por las características antes mencionadas, podemos clasificar el cuerpo de porfiritas como un tapón o plugs.

2.1.10 Propiedades químicas y físico-mecánicas de la porfirita

El resultado de los análisis químicos fue realizado en 1976 (exploración anterior).
Aquí destacamos los valores medios, realizados en 5 pozos (28, 32, 34, 36 y 42).

Compuestos	***%***
Ca O	3.51
Mg O	2.25
$Si\ O_2$	63.18
$Al_2\ O_3$	13.73
$Fe_2\ O_3$	7.18
SO_3	Tr
$Ti\ O_2$	0.685

2.1.11 Hidrogeología

El cálculo de la afluencia de agua subterránea a la cantera los Guaos se realizo mediante los parámetros hidrogeológicos determinados con la realización de un bombeo experimental.

El valor de los abatimientos de los niveles fue de 1.10 metros en el pozo central, en el pozo satélito # 2 fue de 0.53 metros y en el # 1 fue de 0.54 metros por lo que los primeros pozos en recuperar sus niveles fueron el pozo central y el pozo # 1que son los que se encuentran más cerca

del río y el ultimo fue el # 2 que era el que se encontraba más lejos lo que esto nos da una idea sobre la interrelación hidráulica entre las aguas subterráneas y el río que pasa cerca de la cantera.

El coeficiente de filtración es de 5.2 m/ día, la transmisibilidad es de 26 m^3/ día y la conductividad es de 0.03 m^2/ día.

La afluencia de agua subterránea a la cantera es de 2490 m^3/ día y el radio de influencia según el cálculo gráfico es de 40 metros.

La afluencia mayor de agua subterránea hacia la cantera se realiza en los primeros 5 metros de profundidad debido a que es en esta potencia donde se localiza el agrietamiento de la roca mientras que a mayor profundidad prácticamente el agrietamiento es nulo, lo que fue verificado durante el cubeteo ya que el abatimiento durante el mismo fue total.

En base a los resultados obtenidos en el calculo de afluencia para la parte central de la cantera se deben utilizar bombas que garanticen un gasto de 2510 m^3/ día.

2.1.12 Descripción del medio biológico (flora y fauna)

En la zona que se encuentra enmarcado el yacimiento “Los Guaos” se puede encontrar una gran variedad de plantas y animales que conforman la diversidad biológica del yacimiento y que se muestra a continuación en las tablas #1 y #2.

En general toda el área de la concesión tiene una vegetación fuertemente antropizada, sobre todo en la zona de explotación, donde el cambio florístico y vegetacional es drástico y frecuente. En el área sin explotar la vegetación presenta las características correspondientes al nivel de antropización.

Tabla # 1 Vegetación del yacimiento “Los Guaos”

Nombre científico	Nombre común
Manguiphera Indica	Mango
Dichrostachys Glomerata	Marabú
Leucaena Glauca	Aroma Blanca
Laurocerasus Occidentalis	Almendro
Comocladia Dentada	Guao
Xylopia Obtusifolia	Malagueta
Annona Glabra	Palo Bobo
Dipholis Salicifolia	Almendrillo
Annona Montana	Guanábana de Loma

Ninguna de las especies inventariadas están consideradas como amenazadas de extinción.

La fauna residente en el área no es muy abundante en mamíferos, y no presenta características especiales que amerite criterio de conservación.

Tabla # 2 Fauna del yacimiento “Los Guaos”

Nombre científico	Nombre común
Rana Castebiana	Rana Toro
Pltaprhyne pletacephalus	Sapo Común
Anolis Esquetris Smallwodi	Chipojo
Anolis Porcatos	Lagartija Verde
Leuocephalus Raicep	Bayoya
Epicrates Anzulyso	Majá
Ungalia Melanusa	Culebra
Cryptodacies Viltalum	Jubito
Capromys Prensiles	Jutia Conga
Chorostibon Ricordii	Zunzún
Contopies Coribaeus	Bobito
Melopyrrha Nigra	Negrito
Divies Atrosuoleaceus	Totí
Bubulcies Ibis	Garcita
Mimus Polygottos	Sinsonte
Columbina Passerina	Tojosa
Crotophoga Ani	Judío
Catharter Aura	Aura Tiñosa
Phyllonyenys Poeys	murciélago

2.2. Generalidades de la actividad minera

Para poder realizar la extracción en la industria minera hoy en día se necesita realizar una serie de procesos tecnológicos:

En el caso particular de la cantera “Los Guaos”, para la producción de materiales de construcción, se caracteriza por el desbroce de grandes áreas, donde se extrae la capa vegetal,

junto con la vegetación que se encuentra en esa zona, los trabajos de destape, comprenden desde la ejecución de excavaciones de acceso, hasta la extracción del estéril, que en general suprayace a la materia prima útil y finalmente se extrae la misma, lo cual genera una gran cantidad de polvo, tanto si se realiza por medios mecánicos o con perforación y voladura.

2.2.1. Procesos de desarrollo y tecnológicos en la cantera "Los Guaos"

A continuación se muestra una breve descripción del ciclo de desarrollo y los procesos tecnológicos de la cantera:

Procesos de desarrollo. Este proceso consta de los siguientes subprocesos:

- Desbroce.
- Destape.
- Apertura.
- Excavaciones.
  - Auxiliares.
  - Permanentes.
- Confección del escalón de producción.
- Reservas listas.

Procesos tecnológicos. Son cuatro como tal, el arranque, la carga, el transporte y la preparación mecánica:

1. El proceso de arranque se puede realizar mediante :
   - Perforación y voladura.
   - Medios mecánicos.
   - Hidromecánización.
   - Hilos adiamantados.

En el caso específico de la cantera “Los Guaos” el arranque se realiza por perforación y voladura utilizando como explosivo de columna la nitromiel.

2. El proceso de carga de la masa mineral se puede realizar mediante :
   - Excavadoras.
   - Retroexcavadoras.
   - Dragalinas.
   - Cargadores frontales.

La carga en la cantera “Los Guaos” se realiza con excavadoras.

3. El transporte de la masa mineral se puede realizar mediante :
   - Transporte automotor.
   - Transporte ferroviario.
   - Transporte por bandas.
   - Transporte por teleféricos.
   - Transporte por gravedad.
   - Transporte combinado.

El transporte que se utiliza en la cantera “Los Guaos” es automotor.

4. La preparación mecánica se puede realizar por :
   - Vías húmedas.
   - Vías secas.

En la cantera “Los Guaos” se emplean las dos vías de preparación mecánica.

2.2.2. Caracterización del desarrollo y de los procesos tecnológicos

Desarrollo

A esta etapa le corresponde el desbroce, el cual consiste en la extracción de la capa vegetal, junto con la vegetación donde al mezclarse sufre un proceso de descomposición, produciéndose el compost, materia orgánica que mejorará las propiedades de la capa vegetal, para posteriormente ser utilizada en la recultivación de las áreas una vez terminadas las labores mineras en un sector determinado, disminuyendo de esta forma el impacto al ecosistema, la misma se almacena en escombreras preparadas para evitar que se contamine con el estéril.

Con posterioridad se realizan los trabajos de destape, los mismos se pueden ejecutar por medios mecánicos o con perforación o voladura, donde el tipo de método a emplear va a depender de las propiedades físico – mecánicas del macizo. Luego todo ese material estéril que se extraiga será depositado en escombreras, las cuales pueden ser exteriores o interiores, de un piso o varios pisos y para su ubicación se debe tener en cuenta la dirección de los vientos dominantes ya que estas producen una gran cantidad de polvo.

De igual forma en la apertura se realiza el laboreo de las trincheras y semitrincheras de acceso al nivel requerido, en las cuales se construyen una serie de excavaciones que pueden ser auxiliares o permanentes, esto permitirá disponer de las reservas listas una vez concluidos estos trabajos.

El conjunto de estas operaciones generan al medio ambiente un impacto negativo considerable, como resultado del incremento en los niveles de ruidos, emisiones de polvo y gases contaminantes.

Arranque

Una vez concluida la etapa de desarrollo comienza la aplicación de los procesos tecnológicos que se inician con el arranque, para ello se emplean los siguientes equipos :

- Carretilla perforadora Rock 460 – PC.
- Compresor ATLA COPC XS 350.

En la cantera "Los Guaos" se realizan bancos de 10 metros de altura (H), en los mismos se perforan taladros con profundidad de 11 metros (Lt), 1 metro de longitud de sobre perforación (Ls), longitud de carga 9 metros (Lc), y una longitud de relleno de 2 metros (Lr). Estos taladros tienen un diámetro de 115 milímetros (ϕ_{TAL}) y los cartuchos presentan un diámetro de 100 milímetros (ϕ_{CART}). En estos bancos se emplea como carga de fondo Tectrón 100 de diámetro 100 milímetros con un 10 % de la carga total y la carga de columna que se usa es nitromiel con un 90 % de la carga.

Como medios iniciadores se emplean detonadores no eléctricos con micro - retardos del 1 al 5 y el circuito se realiza con cordón detonante de 3 g/m, el mismo se inicia con dos detonadores eléctricos instantáneos, los cuales son activados por una línea maestra eléctrica desde el refugio para artilleros R – 1 con una maquina explosora.

Este tipo de método produce una gran cantidad de polvo, gases y ruidos.

Carga

En los sectores I y II perteneciente al yacimiento "Los Guaos", para la carga de la roca útil se realiza con la excavadora Hitachi UH – 181, la misma tiene una capacidad de la cuchara de 2.8 m^3, para que esta operación se realice con calidad la misma va a depender de la voladura, ya que al salir una mala voladura aumentan los pedazos de roca sobre medidas los cuales la excavadora no puede cargar ya que estos al ser depositados en la tolva receptora y tener un tamaño mucho mayor que la abertura inferior de la tolva esto puede provocar la obstrucción del flujo de mineral y consigo la disminución de la producción de árido de la empresa y del equipo de carga ya que se vería afectado por una baja productividad puesto que tendría que esperar a que se realizara una voladura secundaria a las rocas que quedaron sobre medidas para su posterior carga.

Transporte

El transporte en la cantera es fundamental para el traslado de la roca útil hacia la planta y además para el traslado del estéril hacia las escombreras exteriores.

Según el esquema tecnológico adoptado, el transporte de la roca útil desde los frentes de los niveles + 60; + 45 y + 30 hasta las plantas, que pueden ser en un caso desde el sector Guaos I para la planta Alemana (RDA), o del sector Guaos II para la planta Española y el estéril hacia las escombreras exteriores, estas operaciones se realizan por medio de camiones de volteo Belaz – 540 con capacidad de la cama de 15 m^3, y los mismos son de fabricación Soviética. Estos llevan la roca útil hasta la tolva receptora donde descargan el material, en caso de que la planta este parada por una rotura o en caso de que se obstruya el flujo de la tolva por un pedazo de roca y los camiones no puedan descargar en la misma hasta que se solucione el problema, estos descargaran la roca útil en un acopio situado cerca de las plantas para que con la ayuda de una excavadora de pala frontal se cargue la roca y se deposite en la tolva receptora.

2.2.3. Preparación mecánica de la materia prima útil

El proceso de preparación mecánica o reducción de tamaño y clasificación, tanto en la planta Española como en la planta Alemana (RDA) las dos primeras etapas del proceso se efectúan de la misma forma, que consiste en lo siguiente:

- Trituración (Trituradores de mandíbula y de conos).
- Clasificación (Cribado seco Planta Alemana RDA y cribado húmedo en la Planta Española).
- Lavado (Planta Española).

La preparación mecánica en ambas plantas tienen un proceso muy similar, teniendo como diferencia fundamental, la forma en que se realiza el cribado, es decir, que en la planta Alemana

(RDA) se efectúa el cribado por vía seca, mientras que en la planta Española se produce por vía húmeda, es por ello, que en la planta Alemana se produce polvo de piedra y en la planta Española se produce arena lavada artificial.

Preparación mecánica en la planta Alemana (RDA). Características generales

Este proceso es físico y se conoce en la literatura técnica como un proceso de preparación mecánica el que consiste en la reducción y clasificación del rajón alimentado por medio de trituradores molinos y zarandas de diversas características en dependencia del tamaño máximo del rajón alimentado y de las diferentes fracciones a obtener en la instalación.

Etapas en que se divide el proceso

Etapa # 1. Control y Trituración.
Etapa # 2. Control y Remolida.
Etapa # 3. Clasificación y Control de los productos finales.

Descripción de las etapas

Control y Trituración:

El material procedente del frente de cantera es trasladado a la planta por medio de camiones de volteo, depositándolo en la tolva de alimentación con un tamaño máximo de 750 milímetros, un contenido de arcilla de 0.25 % y de material meteorizado del 1 %.

El alimentador de biela situado debajo de la tolva de alimentación extrae el rajón y lo suministra homogéneamente al separador vibrador previo que tiene un emparrillado resistente al desgaste como consecuencia del movimiento oscilante, son trasportadas las rocas al triturador de quijada (1200 x 900 milímetros) cayendo al mismo tiempo al material estéril y las rocas más pequeñas de 100 milímetros a la zaranda vibratoria ubicada debajo del separador previo que separa al material

estéril de – 10 + 10 milímetros con humedad de 30 % que pasa a través de los transportadores al área de escombro y se recupera la fracción + 80 – 10 milímetros que se traslada por la banda transportadora # 3 junto con el material – 135 + 0 milímetros que sale del triturador primario al molino de cono con un tamaño de fracción de – 80 + 10 milímetros, para época de seca y de – 80 + 25 milímetros para época de lluvia.

El material – 750 milímetros pasa a través del separador previo al triturador primario el material triturado cae en la banda transportadora en la que se une la piedra recuperada hasta el triturador secundario.

Control y Remolienda de las Fracciones

El material – 135 milímetros obtenido del triturador de quijada y a la parte recuperada en la zaranda de tierra son trasladado por el transportador de banda al triturador de cono (1750 x 2500 milímetros) que posee una abertura de trabajo de 17 milímetros, para reducir el material por debajo de 63 milímetros que son trasladados por las bandas transportadoras 5 y 6 a la zaranda vibratoria excéntrica donde se clasifican obteniéndose + 36 milímetros; - 36 + 38 milímetros y – 38 + 0 milímetros.

El material + 36 milímetros y parte de la fracción 63 + 38 milímetros pasan al molino de cono donde se obtiene un material de 38 milímetros que pasa a la clasificación final.

En caso de rotura o reparación del molino de cono KMD – 1750 T la planta tiene la posibilidad de usar el molino de cono 915 x 75 milímetros para realizar la trituración terciaria.

El materaila de 38 milímetros a través de las bandas transportadoras son trasladadas a la zaranda de clasificación de control estableciéndose el circuito cerrado.

Clasificación y Control de los productos finales

La fracción – 38 + 0 milímetros al llegar a la zaranda vibratoria se clasifica en las siguientes fracciones – 38 + 19 milímetros; - 19 + 10 milímetros y – 10 + 0 milímetros.

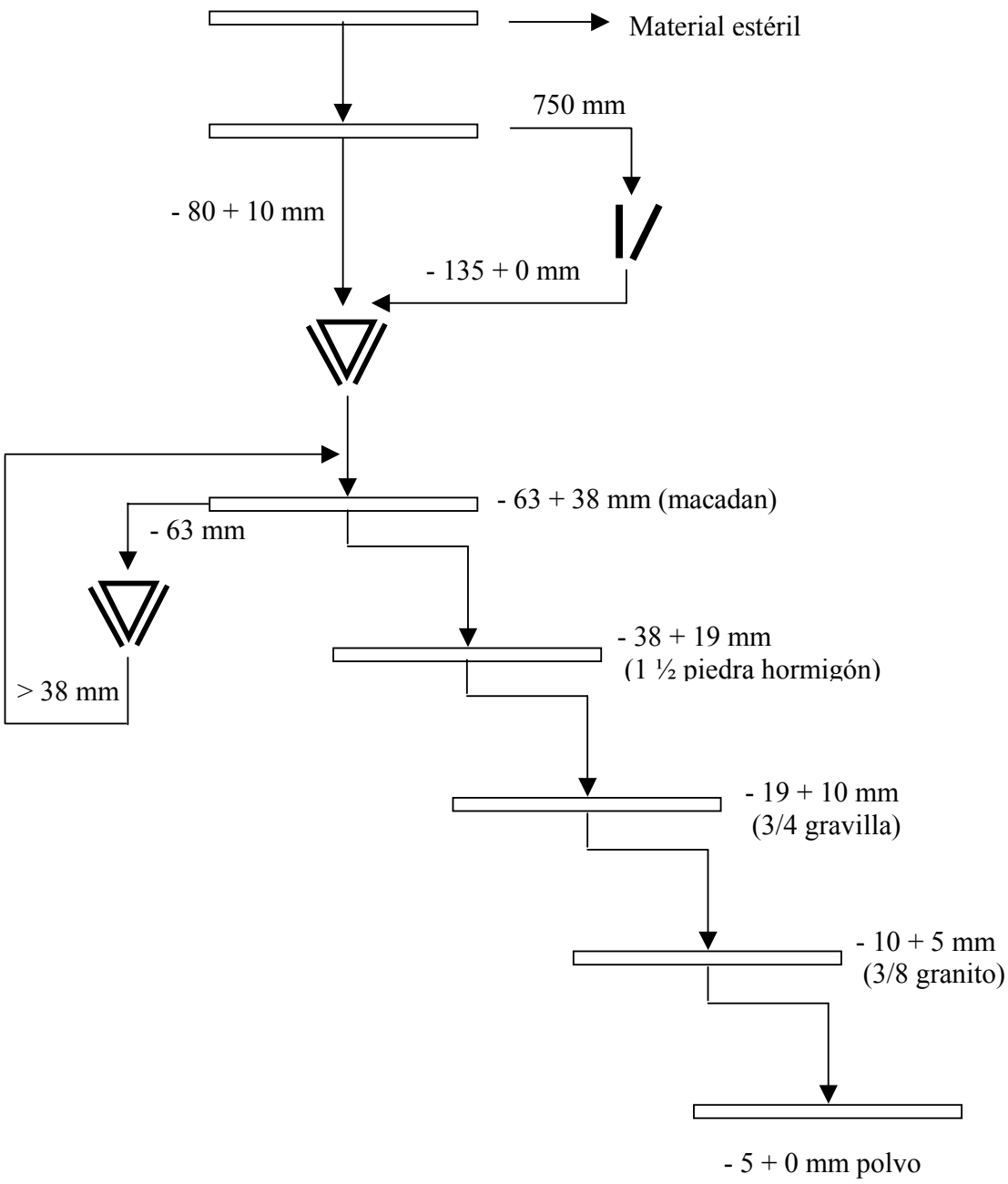
La fracción – 38 + 19 milímetros va al silo de almacenamiento temporal y luego es trasladado a través de un trasportador al patio de acopio a la zaranda de clasificación obteniéndose las fracciones – 10 + 5 milímetros y – 5 + 0 milímetros.

La fracción – 10 + 5 milímetros cae en el silo de almacenamiento temporal, cuando esta lleno se traslada el producto a través de bandas trasportadoras al área de acopio al aire libre para su posterior venta según la norma cubana NC – 54 – 078.

La fracción – 5 + 0 milímetros cae en el silo de almacenamiento temporal cuando se llena es vaciada utilizando la esclusa que presenta el silo lateral para cargar los camiones, por medio de las cuales es trasladado el polvo al área de acopio al aire libre para su posterior venta según la norma cubana NC – 54 – 078.

A continuación en la siguiente figura se muestra un esquema de el proceso en la planta Alemana (RDA) el mismo se realiza por vía seca.

Figura # 1. Preparación mecánica en la planta Alemana (RDA)



Preparación mecánica en la planta Española. Características generales

Este proceso es físico y se conoce en la literatura técnica como un proceso de preparación mecánica el que consiste en la reducción y clasificación del rajón alimentado por medio de trituradores molinos y zarandas de diversas características en dependencia del tamaño máximo del rajón alimentado y de las diferentes fracciones a obtener en la instalación.

Etapas en que se divide el proceso

El proceso se divide en las siguientes etapas.

Etapa # 1. Clasificación y Trituración Primaria.
Etapa # 2. Trituración Secundaria.
Etapa # 3. Clasificación y Control de los productos finales.

Descripción del Flujo Tecnológico

La piedra a triturar procedente del frente de cantera es conducida y depositada en la tolva de alimentación por medio de camiones de volteo, la piedra pasa a un alimentador vibrante provisto de un doble emparrillado que permite separar los tamaños de granos de 70 a 0 milímetros del resto del material alimentado.

Estos tamaños (fracción 70 a 0 milímetros) son recogidos por el transportador de banda # 1 que la conduce a la zaranda recuperadora vibrante. Esta zaranda esta provista en tiempo de seca de un paño de 25 milímetros y otro de 10 milímetros con el objetivo de recuperar al proceso la fracción de 70 a 10 milímetros a través de la banda transportadora # 2.

Cuando el material esta húmedo la zaranda recuperadora trabaja con un paño de 25 milímetros por lo que el material que se incorpora al proceso es de 70 a 25 milímetros a través de la banda

transportadora # 3, y la fracción de 25 a 0 milímetros pasa al área de acopio a través de la banda transportadora # 2.

El rechazo del alimentador vibrante tamaño de grano mayor de 70 milímetros pasan al triturador de quijada regulador para obtener 150 t/h en los tamaños de grano de 150 a 0 milímetros.

Las piedras obtenidas en este triturador es recogida por el transportador de banda # 4 que recibe a su vez las fracciones de (70 a 25 milímetros) ó (70 a 10 milímetros) en dependencia del tiempo (días secos y lluviosos), conducidas por el transportador de banda # 3.

El transportador de banda # 4 que conduce el material procedente de la trituración primaria; alimenta directamente a la zaranda vibratoria (operación 4), equipadas con dos paños de clasificación con luces de malla de 63 y 38 milímetros. La fracción mayor de 63 milímetros obtenido en la zaranda es conducida mediante el transportador de banda # 6 al triturador de cono (operación 5), que la reduce aun tamaño de (38 a 0 milímetros) el cual retorna a la zaranda vibratoria (operación 4) por medio del transportador de banda # 7 para ser clasificado nuevamente.

La fracción de 63 a 38 milímetros puede seguir un proceso análogo al anterior, o ser almacenado en el suelo mediante el transportador de banda # 5.

Todo el material menor de 38 milímetros, procedente de la zaranda vibratoria (operación 4) es conducido por el transportador de banda # 8 a la zaranda vibrante (operación 6), equipada con dos paños de clasificación con luces de malla de 22 y 4.76 milímetros.

La fracción de 38 milímetros retenida en el primer paño de esta zaranda puede ser remolido parcialmente o totalmente, por el triturador de cono (operación 7) para lo cual

el material es conducido por el transportador de banda # 10. Este triturador reduce el material a un tamaño por debajo de 20 milímetros.

La parte del material que no es remolido es enviado al área de acopio por medio del transportador de banda # 9.

El material triturado por el triturador de cono (operación 7), retorna mediante el transportador de banda # 11 a la zaranda vibratoria (operación 6) para ser clasificado nuevamente.

La fracción de 5 a 0.15 milímetros que pasa por el paño de 4.76 milímetros en esta zaranda (operación 6) cae al tornillo lavador de arena (operación 8) para su lavado final y acopiado posteriormente mediante el transportador de banda # 12 al área de acopio.

La fracción 19 a 5 milímetros que se obtiene en esta zaranda vibrante es conducida por el transportador de banda # 14 hacia la zaranda vibrante (operación 9) equipada con dos paños de clasificación con luces de malla de 10 y 4.76 milímetros que permiten obtener los productos clasificados en los tamaños de 19 a 10 milímetros y 10 a 5 milímetros que son almacenados mediante los transportadores de bandas # 14 y 15 a las áreas de acopio.

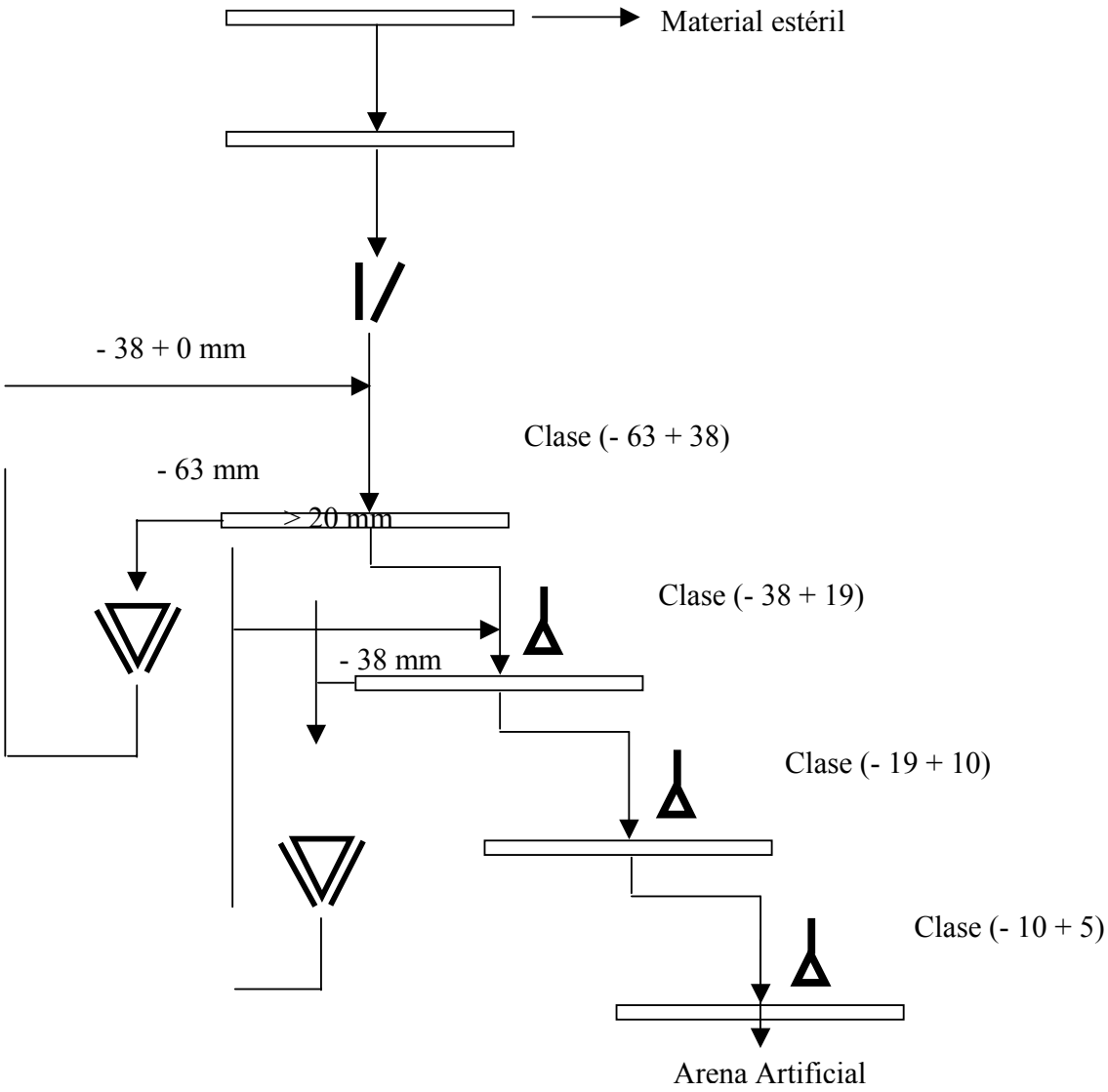
Para el abastecimiento de agua necesaria, tanto en el proceso industrial como para los demás usos; se disponen de moto – bomba de agua Worthinyon, tipo GL 3 para un caudal de agua de 400 m^3/h ó 0.4 Mpa.

En esta planta al realizarse el cribado húmedo las emanaciones de polvo a la atmósfera se reducen en comparación con la planta Alemana (RDA), no obstante en el área de trituración si existen emanaciones de polvo. Los finos junto con el agua conforman un lodo que a través de tuberías va a parar a un tanque sedimentador fuera del área de la planta, una vez decantada el agua esta es reutilizada en el proceso.

El tanque sedimentador cuando se llena se vacía con una excavadora de vivalva o de almeja, depositándose el material en los alrededores de dicho tanque.

A continuación en la siguiente figura se muestra un esquema de el proceso en la planta Española el cual se realiza por vía húmeda, para obtener arena lavada artificial.

Figura # 2. Preparación mecánica en la planta Española



CAPITULO III. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. ORGANIZACIÓN DE LA GESTION AMBIENTAL

La naturaleza no tiene celos, como los hombres. No tiene odios, ni miedo como los hombres, no cierra el paso a nadie, porque no teme a nadie. Los hombres siempre necesitarán los productos de la naturaleza.

José Martí

3.1. Identificación y Caracterización de los Impactos Ambientales

El objetivo de este capitulo consiste en identificar y valorar (cualitativamente y cuantitativamente) las principales afectaciones ambientales producidas por la explotación a cielo abierto de los yacimientos de materiales de construcción, para diseñar un plan de medidas que sirva para minimizar o mitigar los impactos ambientales productos de la actividad minera en el yacimiento.

El escaso conocimiento de los efectos que provoca la industria minera sobre el medio ambiente, constituye una motivación para romper definitivamente los paradigmas en el marco legal, institucional, empresarial, tecnológico y las condiciones de vida y trabajo que actualmente degradan a los ecosistemas de una zona determinada.

En esta fase se realiza un reconocimiento preliminar de la situación ambiental en el sector de estudio, identificando y caracterizando los impactos ambientales resultado de la interacción de las actividades mineras sobre los factores ambientales, de tal forma que constituya un punto de partida para la valoración de estos impactos en una etapa posterior.

Identificación de los Impactos Ambientales

Partiendo que el impacto Ambiental es la repercusión o alteración positiva o negativa en el medio ambiente provocada por la acción antrópica o un elemento ajeno a dicho medio, que genera consecuencias notables en él y a partir de la problemática ambiental que afronta el sector del yacimiento “Los Guaos” con relación a sus recursos naturales, se determinan los impactos ambientales que produce la explotación a cielo abierto, como resultado de las prácticas incorrectas actualmente empleadas.

Al establecer el procedimiento para identificar las actividades o aspectos ambientales y los impactos ambientales de los productos, procesos y servicios la organización, debe tenerse presente que la relación **actividad → impacto** es de **causa → efecto**. Las actividades ambientales son las causas y los impactos ambientales son los efectos.

Para realizar la identificación de los impactos ambientales se ha realizado una lista de verificaciones, en la que se relaciona el factor o aspecto ambiental con la acción o actividad determinada cuya interacción produce impactos al medio ambiente, los cuales aparecen en forma detallada en las siguientes tablas.

Impactos Ambientales sobre el Medio Físico.

Tabla # 4. Lista de Verificación del Medio Físico

Factor Ambiental		**Acción / Actividad**	**Impacto**
Climatología	Calidad del Aire	Perforación, carga y voladura. Transporte de maquinaria. Movimiento de tierras. Formación de escombreras. Preparación Mecánica (Vía seca)	Emisión de polvo y gases a la atmósfera. Emisión de ruidos y Vibraciones.
Hidrografía	Aguas Superficiales	Excavaciones, Perforaciones. Preparación Mecánica (Vía húmeda)	Alteración de la calidad por deposición de sólidos.
	Aguas Freáticas	Vías de transporte. Infraestructura.	Contaminación de los acuíferos locales por las aguas residuales.
Geología y Geomorfología	Geología Regional. Geología Local. Topografía.	Residuos de estériles. Perforaciones y Fragmentación. Construcción de taludes. Construcción de viales.	Aumento de los procesos erosivos. Cambios en la topografía.
Paisaje		Desbroce de la vegetación. Residuos de estériles. Perforación, carga y voladura. Abandono de la mina. Construcción vial. Infraestructura.	Alteraciones de la calidad visual.

Impactos Ambientales sobre el Medio Biótico

Tabla # 5. Lista de Verificación del Medio Biótico

Factor Ambiental	Acción / Actividad	Impacto
Flora	Desbroce de la vegetación. Perforación, carga y voladura. Construcción vial. Residuos de estéril. Abandono de la mina. Infraestructura. Botaderos de sedimentos	Remoción de la vegetación y deforestación.
Fauna	Construcción vial. Perforación, carga y voladura. Excavaciones. Transporte de material. Desbroce de la vegetación. Infraestructura. Residuos de estéril.	Alteración del Hábitat natural y desplazamiento de la fauna.
Equilibrio Ecológico	Perforación, carga y voladura. Desbroce de la vegetación. Construcción vial. Abandono de la mina. Escombreras. Excavaciones. Movimientos de tierras. Acarreo de material.	Alteración del flujo de energía y material de formación. Pérdida de la biodiversidad.

Impactos Ambientales sobre el Medio Antrópico

Tabla # 6. Lista de Verificación del Medio Antrópico

Factor Ambiental		Acción / Actividad	Impacto
Económicos	Economía	Comercialización. Construcción de vías. Infraestructura. Transporte.	Aumento de empleo. Aumento de la demanda por servicios sociales.
Sociales	Vialidad Salud	Construcción de vías. Abandono de la mina. Desbroce de la vegetación. Infraestructura. Transporte. Emisión de gases contaminantes.	Incremento en el número de accidentes. Aumento en el número de enfermedades.
Culturales	Cultura	Comercialización.	Enriquecimiento de la diversidad cultural.

Caracterización de los Impactos Ambientales

En los últimos años se han promovido debates acerca de la temática ambiental y el aumento del riesgo de la salud del hombre, de hay que se hayan adoptado nuevas leyes para minimizar los efectos medioambientales importantes, se han realizado investigaciones encaminadas hacia la toma de decisiones que nos lleve a un desarrollo ambiental sostenible. El objetivo de la caracterización de los impactos ambientales es poner en práctica un criterio basado en el cuidado y protección del medio ambiente, que busque soluciones adecuadas y reúna siempre diferentes medios que disminuyan los efectos negativos, valorando en cuanto a los peligros que conlleva y ponderarlo con otras informaciones e intereses de manera flexible con respecto a los fenómenos analizados.

Caracterización de los Impactos Ambientales al Medio Físico

Entre los impactos de mayor repercusión se encuentran:

Emisión de polvo a la Atmósfera: En el área de estudio uno de los principales contaminantes del aire son las nubes de polvo causadas particularmente por tráficos de camiones por caminos no pavimentados, por la actividad de voladura, escombreras denudadas, la producción de la planta de preparación mecánica por vías seca (Planta Alemana), las perforaciones hechas para la actividad de voladura, las que se encargan de poner las partículas en suspensión en función de su granulometría, humedad y vientos predominantes, siendo transportadas a distancias variables, aclarando que en temporadas de estiaje o sequía se incrementan las emisiones de polvo en gran medida, lo que disminuye la calidad del recurso natural aire.

En años anteriores se realizaron mediciones de la concentración de polvo, estos resultados se utilizaron para la determinación del impacto teniendo en cuenta que no han perdido vigencia y por la imposibilidad de realizar este tipo de análisis durante el periodo de la investigación por no encontrarse operando la Cantera. La determinación de la concentración de polvo sedimentable se realizó por el método de Rigelman, efectuando el muestreo en dos periodos (lluvia y seca), se colocaron frascos de cristal

de igual área durante 24 días y finalmente se obtuvo la concentración de polvo sedimentable por áreas. Según las normas ISO 9000 y 14000, la concentración máxima admisible de polvo sedimentable es de 0.65 g/cm^2. En la Tabla # 7 se muestran los resultados de las mediciones realizadas. Como se observa solamente en 6 puntos la concentración de polvo se encuentra por debajo de la norma permisible, lo que caracteriza este impacto como uno de los de mayor significación.

Tabla # 7. Resultados de las mediciones de polvo

Puntos	X	Y	Concentración (g/cm^2)
1	72765	207092	0.78
2	727287.9	207109.6	0.67
3	727075.4	207054.2	0.59
4	727098.2	207086.5	0.73
5	726736.5	206395.3	0.65
6	726363.5	205456.6	0.71
7	725890.6	205462	0.64
8	725690.8	205156.9	0.84
9	725635.3	204143.4	0.61
10	727609.7	207216.9	0.67
11	724446.5	206939.4	0.57
12	727426.4	207034	0.91
13	726677.4	206761.7	0.67
14	726665.7	206600.9	0.63
15	726470.3	205994.7	0.75
16	726525.7	205899.9	0.83
17	726374.5	205808.7	0.76
18	726230	205699	0.68

Emisión de gases a la Atmósfera: Otro factor que incide en la contaminación del aire son los nitratos emitidos por la acción de la voladura**,** e igualmente los gases productos de la combustión que producen los equipos de 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 oxigeno en la sangre. El proceso de inhalación de monóxido de carbono (CO) es reversible, es decir al eliminarse este de la atmósfera la persona se recupera fácilmente, lo que depende del tiempo de exposición que se haya sometido al individuo. Una prolongada exposición puede causar serios daños cerebrales e incluso la muerte, este tipo de contaminación no tiene una significación tan alta en la Cantera ya que las voladuras se realizan esporádicamente y la combustión del proceso de transporte no es agravante.

Emisiones de ruidos

El ser humano se ve sometido durante la mayor parte del día a la influencia más o menos directa del ruido, originándole molestias que pueden convertirse a largo plazo en lesiones graves del sistema auditivo y nervioso, influyendo en sus condiciones psíquicas. Las consecuencias más graves de la emisión del ruido son:

- Cambios auditivos temporales.
- Patologías auditivas o daños permanentes.
- Interferencia en la comunicación.
- Afectaciones al sistema cardiovascular, respiratorio, digestivo y nervioso central.

Dentro de las emisiones de ruido se encuentran las continuas y variables y las de alta intensidad.

Emisiones Continuas y Variables de Ruido**:** Se producen emisiones continuas de ruido ocasionadas por el movimiento de maquinaria en el sitio de laboreo, y emisiones variables que son generadas por el paso de camiones de volteo, equipos de carga y vehículos de menor tamaño, transportando ya sea combustible, materia prima, personal y artículos de primera necesidad y debido a los procesos tecnológicos de la preparación mecánica.

Emisiones de ruido de alta intensidad: Se consideran emisiones de alta intensidad a las explosiones o detonaciones que se efectúan en el proceso diario de laboreo minero, y que alteran significativamente las condiciones de calidad de vida de los pobladores.

Se considera que las emisiones continuas y variables ocasionan impactos que son menores y directos, porque son consecuencia de la faena de laboreo minero, en cambio las emisiones de alta intensidad intermitente, ocasionadas por las voladuras que ocurren diariamente y a una hora determinada, producen impactos mayores al personal que esta expuesto a un gran número de horas.

Para conocer el comportamiento del ruido en la Cantera se hicieron determinaciones para todas las frecuencias (63 – 8000 Hz), en alguno de los puestos de trabajo (perforadoras, plantas de preparación mecánica, talleres, etc.), para lo cual se utilizo un sonómetro. Las mediciones se realizaron 3 veces al día durante una semana, aunque no fueron hechas durante el periodo de la investigación por lo explicado anteriormente en los análisis de polvo, su resultado se tuvo en cuenta ya que no ha perdido vigencia, mostrándose en las tablas 8,9 y 10 los resultados de las mediciones del nivel de ruido en el yacimiento “Los Guaos”.

Tabla # 8. Resultado del nivel de ruido para la perforadora.

Frecuencia (Hz)	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**
Nivel de presión sonora (db)	107	102	98	95	90	90	88	87
Nivel de ruido (db)	90	95	95	95	90	95	95	95

Tabla # 9. Resultado del nivel de ruido para la planta de preparación mecánica.

Frecuencia (Hz)	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**
Nivel de presión sonora (db)	100	103	98	95	89	85	85	85
Nivel de ruido (db)	85	95	95	90	89	90	90	90

Tabla # 10. Resultado del nivel de ruido para los talleres.

Frecuencia (Hz)	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**
Nivel de presión sonora (db)	95	92	90	85	85	80	80	80

Nivel de ruido (db)	75	80	85	85	85	85	85	85

Para la interpretación de los resultados se utilizó la Norma cubana 19-01-04 del 80 para análisis de ruido por frecuencias donde se verificó que en todos los casos los niveles están por encima del permisible donde según la norma es 80 para todos los puestos de trabajo, solo en 2 casos se visualiza igualdad para la frecuencia de 125 y menor para la frecuencia 63 en los talleres pero por ser unas de las menores frecuencias no varían el criterio de que se sobrepasa lo establecido estando en todos los casos para la frecuencia de 1000 que es la mayor el nivel comparativo por encima de 80, esto implica que se están produciendo impactos negativos en la salud del personal que trabaja en estas áreas.

Emisión de Vibraciones: En la Cantera los Guaos estas vibraciones se producen durante la actividad de voladura en el proceso de detonación de una carga explosiva en un banco o en el interior de un macizo rocoso, liberándose una energía potencial muy grande y en un periodo de tiempo relativamente corto. Generalmente los explosivos comunes que se utiliza en la explotación minera producen presiones entre 2000 y 6000 bars, igualmente la potencia de una detonación de explosivos es altísima, típicamente alcanza valores que son del orden de 16 Gigawatts. Esta presión que se produce provoca una onda de choque dando origen al fenómeno de fragmentación de la roca sobre el frente de trabajo del banco, en cambio otra parte de esa energía es liberada en el medio ambiente extendiéndose a través del macizo rocoso y del aire, que es la que causa un impacto ambiental, la onda de choque es amortiguada a medida que su frente se aleja de su origen, al elaborarse un proyecto de explotación de un yacimiento es necesario tener una evaluación previa de las consecuencias de las vibraciones sobre los asentamientos poblacionales de los alrededores del yacimiento.

Alteración de la calidad de la aguas por deposición de sólidos: Dentro del área estudiada se encuentra el río los Guaos, no son únicamente las plantas alemana y española las que ejercen un impacto sobre la calidad de las aguas del mismo ya que aparecen otros objetivos económicos como por ejemplo una Granja Porcina, fundamentalmente la fuente de contaminación del yacimiento sobre esta agua esta

dada por el arrastre de los lodos procedente de la Planta Española que son depositados es la parte trasera del taller mecánico directamente en el suelo muy cerca de la piscina de recirculación del agua utilizada en el proceso y que por su mal estado con frecuencia se desborda fomentando de conjunto con las lluvias el desplazamiento de estos lodos al río, como huella de este proceso puede visualizarse en el terreno. Otra fuente de contaminación es la deposición de las partículas de polvo transportadas por los aires provenientes de la Planta Alemana.

Para la determinación de la calidad del agua se realizaron tomas de muestras en tres puntos del río los Guaos cercanos al yacimiento, en el anexo 13 se muestra un mapa con la ubicación de los puntos donde se tomaron las tres muestras durante tres meses a las que se le realizaron análisis de laboratorio para la determinación del PH y las concentraciones de los iones de hierro, calcio, magnesio, sulfato, así como las concentraciones de nitratos, nitritos, los sólidos sedimentables y el comportamiento de la DBO y la DQO, es importante aclarar que en el periodo de la investigación las plantas de la cantera no estaban en producción por problemas técnicos, sin embargo se consideró necesario realizar los análisis para verificar la sostenibilidad del impacto provocado durante su explotación en las aguas superficiales. En las tablas # 11, 12, 13, se muestran los resultados obtenidos en cada muestra, los valores máximos permisibles y los valores deseados para cada elemento según la norma cubana para agua de consumo humano teniendo en cuenta que es la más exigente, ya que un agua que puede ser consumida evidentemente satisface los requisitos para el riego, y otros usos como la pesca y el ganado.

Tabla # 11. Resultados de las muestras # 1 en cada mes

Muestra # 1 (meses)	Fe_2 (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	SO_4 (mg/L)	NO_3 (mg/L)	NO_2 (mg/L)	Sol sed
101/2	0.04	60	17	14	4.340	<0.005	0
102/3	0.050	40	19	19	2.573	<0.005	0
103/4	0.05	40	22	24	2.573	<0.005	0
Máximo permisible	0.3	200	150	400	0	0	0
Valor deseable	0.1	75	30	200	0	0	0

Tabla # 12. Resultados de las muestras # 2 en cada mes

Muestra # 2 (meses)	Fe_2 (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	SO_4 (mg/L)	NO_3 (mg/L)	NO_2 (mg/L)	Sol sed
101/2	0.06	60	17	19	<0.020	<0.005	0
102/3	0.05	44	19	21	2.830	<0.005	0
103/4	0.050	44	22	29	3.088	<0.005	0
Máximo permisible	0.3	200	150	400	0	0	0
Valor deseable	0.1	75	30	200	0	0	0

Tabla # 13. Resultados de las muestras # 3 en cada mes

Muestra # 3 (meses)	Fe_2 (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	SO_4 (mg/L)	NO_3 (mg/L)	NO_2 (mg/L)	Sol sed
101/2	0.040	60	19	17	5,208	<0.005	0
102/3	0.04	48	19	24	2.573	<0.005	0
103/4	0.005	44	22	24	2.573	<0.005	0
Máximo permisible	0.3	200	150	400	0	0	0
Valor deseable	0.1	75	30	200	0	0	0

Los valores del PH tuvieron un promedio de 7.65 determinándose como neutro, de igual forma el comportamiento de la DBO fue de 4 en el 80% de las muestras solo 2 casos con valores de 5 y 12 y la DQO en 3 muestras de 8, 4 muestras valores de 12, en una de 24, 16 y otra de 32 comparándose estos elementos con la norma cubana para el uso pesquero de los recursos hídricos ya que en las normas cubanas de agua para el consumo humano no se especifican los valores permisibles solo se refieren que sus concentraciones deben ser bajas sin embargo en la norma para la pesca establece que los valores del DBO deben de ser menores de 3 y el DQO menor de 15. En los Anexos del 2 al 5 se representa mediante gráficos el comportamiento de los iones de Fe, Ca, Mg y So_4.

Como puede verse el agua del río cumple con la calidad requerida según las normas cubanas, para los elementos contenidos en la tabla y en caso del DBO y el DQO un poco alterada pero debemos recordar que esta agua trae arrastres de la Granja Porcina ubicada aguas arribas, No obstante de los resultados obtenidos se recomienda realizar un nuevo análisis cuando las plantas inicien su producción y se tomen estos resultados como línea base para comparar su impacto.

Contaminación de acuíferos locales por residuales líquidos: La presencia de residuales líquidos en los acuíferos afecta a la calidad del agua, generalmente estos tienen como origen las instalaciones sanitarias, comedor y desechos de aceites y lubricantes, en el caso del área de estudio no existe un alto nivel de contaminación por este concepto ya que cuenta con un sistema de pretratamiento consistente en filtros y fosa maura para las instalaciones sanitarias, lo que evita el contacto de estos residuales con el río y el manto freático, el mayor impacto lo causan los residuales de la cocina - comedor las que se vierten directamente.

Alteración de las formas del relieve y composición del suelo: Existen modificaciones de la pendiente por la construcción de caminos de acceso a la mina, lo que altera la geomorfología del sitio de estudio. La remoción de estéril, así como las actividades del laboreo minero del yacimiento, implican cambios de la geomorfología de alguna consideración. Sobre el componente geomorfológico, se observa un impacto negativo identificado como alteración de las geoforrmas. Este impacto se considera importante ya que se presenta a corto plazo y con carácter irreversible.

Aumento de los procesos erosivos: Las actividades de construcción de los caminos de acceso al yacimiento y al frente de trabajo y la explotación de los bancos con la operación de maquinaria como tractores, retroexcavadoras, palas mecánicas y camiones, remueven gran parte del suelo produciendo un incremento de la erosión en el área de la cantera.

Compactación de la capa del suelo: Existe una compactación del suelo en los sectores de transito, especialmente de equipos y maquinaria pesada. No obstante este

impacto presenta poca importancia en la zona de estudio, partiendo del criterio que este es un impacto acumulativo de largo plazo aunque de naturaleza irreversible.

Cambios en la composición topográfica: La influencia que ejercen los cambios en la composición topográfica del terreno como consecuencia del laboreo minero, se observan principalmente en la intensidad erosiva que se produce a través de los cambios que suceden en la inclinación y largo de la ladera, estos factores intervienen directamente en la velocidad de los torrentes, en los que se genera pérdidas de suelo estos efectos son visibles en áreas puntuales de la cantera.

Alteración de la calidad visual: Esta alteración se visualiza con la presencia de las escombreras de estéril extraídas producto de la apertura de los caminos, de la construcción de los bancos de explotación y el efecto de las voladuras, alterando el paisaje por la introducción de nuevos elementos a la situación original. Generalmente este impacto tiene un carácter irreversible y permanece aun después de terminadas las actividades mineras, se produce la modificación del hábitat con valores paisajísticos también irreversibles, a esto se suma que la acción de la lluvia contribuye también a modificar el paisaje ocasionando una erosión mayor en el área de explotación.

Caracterización de los impactos ambientales al medio biótico

Entre los principales impactos en el medio biótico se encuentran:

Remoción de la vegetación y deforestación: La remoción de la vegetación y eventualmente de la flora existe en la superficie del yacimiento y de las vías de acceso al mismo. En el área de estudio se observan especies vegetales que diminuyen la pérdida de la cobertura vegetal, pueden verse árboles como Almendrillo, Palo Bobo, Almendro, Mango, especies que en esta área se encuentran en un valor medio. Aun así en el yacimiento se evidencia la destrucción de la cobertura vegetal, por la tala de árboles como consecuencia de la apertura de carreteras, caminos y vías para el acceso al área de explotación, aunque siempre se tiene previsto un proyecto de rehabilitación de los sectores que han culminado su explotación. Es necesario significar que a pesar de los impactos negativos antes expuestos provocados por la actividad de voladura,

esta por tener la característica que en el Yacimiento la sustancia explosiva de columna que se utiliza es de Nitromiel, la que favorece el enriquecimiento de las propiedades del suelo abonándolo e incrementando la vegetación y por consiguiente disminuyendo los efectos provocados por la actividad del desbroce que promueve la deforestación.

Alteración del hábitat natural y desplazamiento de la fauna: Por tratarse de un ambiente con un número moderado de especies, la magnitud del impacto de la alteración del hábitat y el desplazamiento de la fauna en la cantera Los Guaos es medio, ya que no afecta en forma directa a especies con problemas de conservación o extinción. El impacto es irreversible y se manifestara a largo plazo, en el área de estudio se producen algunas pérdidas pero es más frecuente las migraciones de aves fundamentalmente provocados por la actividad de voladura.

Pérdida de la biodiversidad: Algunas discusiones recientes sobre la conservación de la biodiversidad han reconocido un vínculo estrecho y mutuo entre la biodiversidad y la diversidad cultural, proponiendo la conservación de ambos en un ambiente local. Como resultado de la explotación del yacimiento ocurre la perdida de algunas especies principalmente de hábitos más sedentarios como reptiles y mamíferos pequeños, igualmente aves pero en menor escala, su perdida se considera de escasa y baja magnitud, puesto que afecta solo a un número reducido de especimenes.

Alteración en el flujo de energía y materia de formación: Este impacto se manifiesta en la alteración del equilibrio establecido por la naturaleza, donde se conjugan todos los procesos geoquímicos y biológicos, así como las cadenas alimenticias y procesos de transformación de la materia en sus diferentes formas, en la zona de estudio esta alteración no es significativa ya que las perdidas en la biodiversidad no llegan a incrementar especies por ausencia de otras.

Caracterización de los impactos ambientales sobre el medio antrópico

Entre los impactos más comunes en el medio antrópico se encuentran:

Aumento de empleo: La creación de nuevos empleos directos o indirectos, es visto como uno de los impactos positivos más importantes de la explotación minera. En el

yacimiento esto se evidencia con la contratación de mano de obra generando un aumento de empleo, pero dada las dimensiones de demanda de mano de obra, el impacto es de baja intensidad.

Aumento de la demanda por servicios sociales: Por la presencia de la explotación del yacimiento, se produce la demanda de servicios sociales como transporte, educación, servicios de salud, beneficiando incluso a la población cercana a la cantera.

Impacto visual: Este impacto se manifiesta claramente en el sitio de estudio donde se producen alteraciones no deseadas en el paisaje, que son la causa de la percepción negativa por parte de individuos o grupos sociales. La explotación minera a cielo abierto causa alteraciones de las formas del relieve, que son un fuerte impacto visual, taludes de caminos, acumulaciones de estéril, áreas de deposición de desechos, líneas de transmisión de energía e inclusive las instalaciones industriales son también causa de intrusión visual usualmente percibidas como negativas.

Incremento en el numero de accidentes: En relación con los accidentes, su posible aumento por efecto de la operación del proyecto es de difícil determinación, ya que es probable que mientras dure esta fase, exista un aumento en el numero de accidentes en la ruta de transporte del personal, pero no previsible mediante asociación con el trafico generado por el proyecto, aun así se estima que este impacto es menor.

Aumento del número de enfermedades: La emisión de contaminantes es dañina para la salud humana, es por eso que la reglamentación establece patrones ambientales, así como límites de tolerancia para agentes químicos o físicos que pueden afectar la salud del trabajador. La ausencia de observación de estos patrones en la cantera es causa de enfermedades crónicas o agudas, como por ejemplo el estrés, que afecta en gran medida el bienestar de los obreros y operarios de maquinas, dificultando sus labores y que pueden agravarse por las malas condiciones de higiene y habitabilidad en que se desenvuelven. Los trabajos de laboreo minero son muy exigentes, especialmente en este yacimiento que no tiene maquinaria tecnificada e implementos para su seguridad, en estos aspectos el minero trabaja en condiciones desfavorables, así por ejemplo el ruido, polvo y los gases emitidos por las maquinas traen grandes problemas auditivos y

respiratorios, generalmente la alimentación no es buena y no compensan la energía gastada por el cuerpo, provocando la disminución de peso acelerado y esto conlleva a una perdida de la calidad de vida.

Enriquecimiento de la diversidad cultural: La dimensión no material se expresa en le siguiente concepto de cultura, manifestado por Morin (1993): “Conjunto de reglas, conocimientos, técnicas, valores, mitos, que permiten y aseguran la alta complejidad del individuo y de la sociedad humana, y que no siendo innato precisan ser transmitidos y enseñados a cada individuo en su periodo de aprendizaje, para poder auto perpetuarse y perpetuar la alta complejidad atropó – social”. Frecuentemente la dimensión cultural de los impactos en la cantera es olvidada o menos preciada, atribuyéndole mayor importancia a los impactos físicos, biológicos y socioeconómicos. No obstante las alteraciones de naturaleza cultural que resultan de la implementación del yacimiento puede ser tan o más importante que los demás impactos. La importancia de la dimensión cultural debe estar insertada en la política empresarial y tenida en cuenta en los planes de superación.

3.2. Valoración de los Impactos Ambientales

La metodología de valoración de impacto ambiental es un mecanismo estructurado para la identificación, caracterización y cuantificación de los impactos ambientales de una acción determinada, y para la recolección de información requerida para esos fines.

El primer paso para la aplicación de toda metodología de valoración del impacto ambiental consiste en identificar los procesos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales, que pueden verse afectado por el sistema de explotación del yacimiento y sus acciones. Si un aspecto importante es ignorado o subestimado en esta etapa, la valoración no podrá llegar a un resultado satisfactorio.

Una vez identificados las actividades, procesos u operaciones del sistema de explotación se procede a valorar, lo que significa realizar la predicción a través del cálculo o de la estimación de la magnitud o importancia del impacto. La magnitud hace referencia a su cantidad física, si es grande o pequeña dependerá del patrón de

comparación o referencia. La importancia queda por la ponderación que los autores le asignen a ese mismo impacto, estos pueden ser analizados cuantitativamente cuando existen indicadores, normas o estándares que permiten hacer dicho cálculo; de no ser así solo podrán ser analizados de forma cualitativa.

Justificación de la variante de valoración de impacto empleada

Para la determinación de los impactos medioambientales que se producen en el área de estudio, es de fundamental importancia analizar las relaciones causa - efecto, es decir estudiar la naturaleza de las interacciones que ocurren entre las acciones o actividades y factores ambientales que son afectados por esta, y consecuentemente provocan los impactos ambientales, de acuerdo a estos parámetros se trabajó con la matríz causa – efecto, puesto que cumple con los objetivos propuestos en este trabajo y permite la identificación de los impactos de manera dinámica y rápida, logrando una alternativa viable para la cualificación y cuantificación de los impactos ambientales, de tal forma que consiga un equilibrio entre la protección medio ambiental y el sistema de explotación utilizado. Por tal razón se eligió como metodología de valoración, la Matriz de Leopold que tiene las siguientes ventajas fundamentales:

- Consta de una amplia recopilación de acciones y factores ambientales que trabajan como si fueran listas de revisión, lo que disminuye en gran medida el riesgo de olvidar algún parámetro implicado.
- El formato matricial que utiliza permite una visualización rápida de la valoración, lo que indica la magnitud y el peso del impacto, es decir refleja las relaciones causa efecto.

Criterios para la valoración de los Impactos Ambientales

Después que se han determinado los impactos, se procede a la predicción pronóstico o estimación de la magnitud, naturaleza, intensidad, reversibilidad, persistencia, momento, extensión e importancia de los impactos, utilizando los conocimientos y datos obtenidos. Los impactos serán analizados cualitativamente y cuantitativamente.

Para el análisis se emplearan siete criterios de valoración, donde las escalas que se proponen para su ponderación se definen en dependencia de la significancía que ellos merezcan.

A continuación se presentan los criterios de valoración o medida que se utilizaron en el estudio:

1. **Naturaleza (N):** Este impacto se valora en términos cualitativos y se le califica en función del bienestar o perjuicio a la comunidad y al medio ambiente, y se clasifica a continuación:
   - **Beneficioso: (+)**
   - **Perjudicial: (-)**
2. **Intensidad (I):** Es la profundidad de los cambios que se producen en los factores ambientales, y se considera:
   - **Baja = 1**
   - **Media = 2**
   - **Alta=3**
   - **Muy alta = 4**
3. **Extensión (E):** Es el área de influencia que cubre el efecto del impacto, y se le califica como:
   - **Puntual = 1**
   - **Parcial = 2**
   - **Total =3**
   - **Crítico = 4**
4. **Momento (M):** Es el tiempo en el cual el impacto se manifiesta y puede ser:
   - **A largo plazo = 1**
   - **Mediano plazo = 2**
   - **Inmediato = 3**
   - **Crítico = 4**

5. Persistencia (P): Es la duración en función del tiempo del impacto, este puede ser:

- **Fugaz =1**
- **Temporal = 2**
- **Pertinaz = 3**
- **Permanente = 4**

6. **Reversibilidad (Rv):** Es el plazo de tiempo o posibilidad en el que se recuperan los efectos de los impactos:
   - **A corto plazo = 1**
   - **A mediano plazo = 2**
   - **A largo plazo = 3**
   - **Irreversible o irrecuperable = 4**

7. Importancia (Ip): Es la valoración integral cualitativa sobre la base de los resultados cuantitativos de la ponderación de los impactos ambientales, y se expresa de la siguiente manera:

- **Fuertes (F): Mayores a 30.**
- **Moderados (M): De 25 a 29.**
- **Leves (L): Menor a 24.**

Ponderación

Para la ponderación de los impactos se consideró que los factores de extensión y de intensidad son los principales, ya que por una parte, la extensión representa el área de influencia del impacto, y por otra la intensidad muestra la profundidad de los cambios que se producen en los factores ambientales, por lo que se propone su multiplicación, y para los criterios de momento, resistencia y reversibilidad se ha preferido sumarlos al producto anterior por su menor significancía.

Así el valor final de los impactos se obtiene por la siguiente expresión:

$$P = \left[\left(2 * E + 3 * I\right) + M + P + R\right] * \left[\pm 1\right]$$

Los criterios de naturaleza se presentan por signos, ya que se estima que son datos de gran utilidad en la aplicación de medidas y planes de manejo ambiental, pero no

presentan una magnitud cuantificable por lo que finalmente los resultados de valoración se muestran en la matriz causa - efecto, representada en la Tabla # 14.

3.3 Resultados de la valoración de los Impactos Ambientales

A continuación se describen los resultados obtenidos en la Matriz de calificación, en donde se relaciona los factores ambientales, las operaciones del sistema de explotación logrando establecer la valoración y ponderación de los impactos ambientales que se muestra en la misma.

Comentarios de los Resultados Obtenidos de la Valoración.

Extensión: De acuerdo a los resultados obtenidos en la matriz de calificación causa - efecto de los impactos, se observa que los factores ambientales que cubren un área de influencia mayor por efecto del impacto, y que se les considera totales y críticos son: climatología, hidrografía, geología y geomorfología, paisaje, flora y fauna; los factores considerados parciales y puntuales son equilibrio ecológico, sociales, económicas y culturales. En **el anexo # 7** se muestra el gráfico de los resultados obtenidos.

Intensidad: Los resultados obtenidos en esta valoración de los impactos concluyen, que los factores ambientales que mayor profundidad en los cambios sufren y son considerados altos y muy altos son los siguientes: climatología, geología y geomorfología, paisaje, flora y fauna; en cambio los que sufren una profundidad de los cambios en magnitud baja y media son: hidrografía, económicos, culturales equilibrio ecológico y sociales. En el **anexo # 8** se muestra el gráfico de los resultados comentados.

Momento: En la matriz de calificación causa - efecto, se observa que los impactos no se manifiestan en forma crítica sobre los factores ambientales, en cambio los impactos que se manifiestan de inmediato y a mediano plazo son: climatología, hidrografía, geología y geomorfología, equilibrio ecológico, paisaje, flora, fauna, culturales y económicos; solo se manifiesta a largo plazo los sociales. En el **anexo # 9** se muestra el gráfico de los resultados obtenidos.

Persistencia: Los resultados de la matriz de calificación de los impactos de acuerdo a la persistencia, concluyen que los factores ambientales que sufren un efecto pertinaz y permanente son los siguientes: climatología, geología y geomorfología, hidrografía, paisaje, flora, fauna, equilibrio ecológico, económicos y culturales; los factores ambientales que sufren un efecto de carácter fugaz y temporal son los sociales. En **el anexo # 10** se muestra el gráfico con sus resultados.

Reversibilidad: De acuerdo a los resultados obtenidos en la matriz de calificación, se deduce que los factores ambientales que se recuperan a largo plazo o son irrecuperables, son los siguientes: Climatología, geología y geomorfología, paisaje, flora, fauna, equilibrio ecológico, sociales y culturales; estos dos últimos son de carácter irreversible o irrecuperable, en cambio los que se recuperan a mediano y a corto plazo son los siguientes: hidrografía y económicos. En el **anexo # 11** se muestran los resultados obtenidos.

Ponderación e Importancia: Los resultados obtenidos en la ponderación, se muestran en el **anexo # 12** también en el mismo gráfico se representa el criterio de valoración (Importancia), en el cual el color rojo, representa los impactos fuertes, el azul, los moderados y el amarillo representa los impactos leves, en el **anexo # 6 (Matriz Leopold)** puede visualizarse que como resultado de la ponderación de los 16 impactos analizados se tienen 3 fuertes, 5 moderados y 8 leves, donde la mayor atención debe dársele a los fuertes y los moderados.

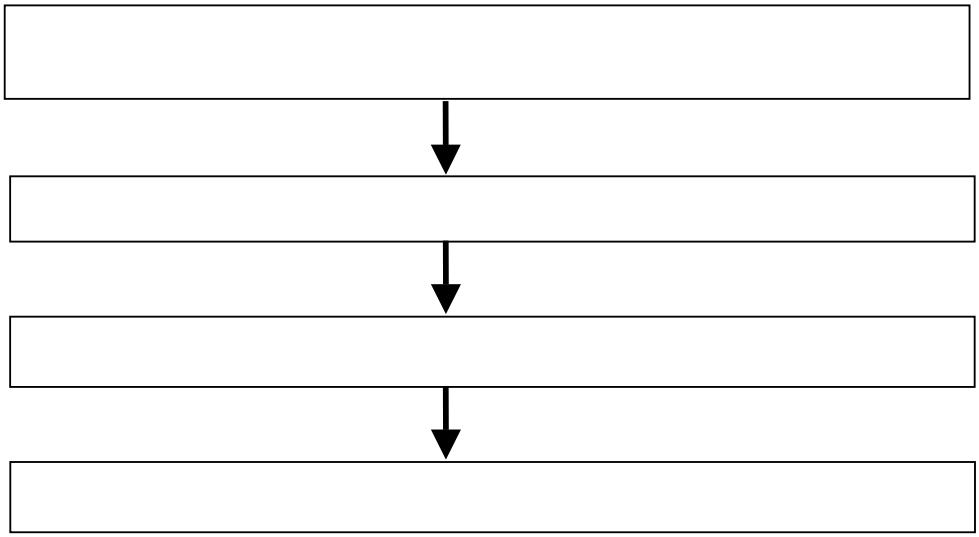
3.4. Organización de la Gestión Ambiental

Generalidades

Considerando a la Gestión Ambiental como el conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente, y el control de la actividad del hombre en esta esfera, se hace necesario establecer las medidas de mitigación de los impactos producidos por los procesos tecnológicos de la Cantera los Guaos, las que están dirigidas primordialmente

a alcanzar a corto plazo, el equilibrio de los procesos naturales de degradación del medio físico, biótico y antrópico, identificados, caracterizados y valorizados anteriormente.

En el esquema # 4 se muestra la secuencia a seguir de la implementación de las medidas de mitigación.



Esquema # 4. Secuencia de Actividades para la Definición e Implementación de Medidas Técnicas de Mitigación.

En este estudio de Impacto Ambiental se proponen algunas acciones destinadas a disminuir los impactos ambientales negativos, estas acciones son conocidas generalmente como medidas de mitigación de carácter técnico operacional, esto significa que las operaciones de explotación del yacimiento minero pueden ser modificadas en ocasiones de manera substancial para reducir los impactos ambientales negativos, aunque no todos los impactos ambientales pueden ser minimizados. Igualmente sucede en el surgimiento de impactos positivos, los cuales generalmente se producen en el campo económico y de desarrollo regional, en este caso se proponen medidas para ampliar y estimular el potencial de estos impactos.

Finalmente otro componente importante del plan de manejo ambiental, es la implementación de medidas de mitigación de carácter organizativo, cuya importancia es

fundamental, puesto que de la correcta implementación de estas medidas dependerá el éxito de las medidas de mitigación de carácter técnico. En ésta fase los impactos deben ser seguidos y organizados durante toda la fase de implantación y operación de la mina, o en ocasiones inclusive posterior a su desactivación. Los resultados que se producen de la implementación de las medidas de mitigación de carácter organizativo, tienen la aplicabilidad de modificar o mejorar la minimización de los impactos ambientales.

Medidas de Mitigación de Carácter Técnico

Esta fase consiste en un conjunto de medidas ambientales de carácter técnico que han de ser implementadas, estas medidas deben ser establecidas en las diferentes etapas de operación del sistema de explotación, correspondiendo a las recomendaciones y resultados obtenidos de la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales afectados, con el objetivo de determinar los principales problemas ambientales, y establecer el orden de prioridades en el momento de plantear las medidas de solución, a fin de reducir, neutralizar o atenuar los principales impactos determinados en el área de estudio.

La valoración del impacto ambiental, la inspección, vigilancia y la participación de todos los trabajadores, son los instrumentos principales que permiten la aplicación de medidas técnicas para prevenir y controlar la contaminación ambiental. A continuación se detalla las medidas de mitigación de carácter técnico a implementar:

Medidas de Mitigación de Carácter Técnico sobre el Medio Físico

Emisión de Polvo y gases que Afectan la Calidad del Aire

- Instalación de dispositivos adecuados de eliminación de la contaminación (filtros) en todo el equipamiento que funciona con diesel y con gasolina, plantas de preparación mecánica por vía seca y cerciorarse que estos funcionen adecuadamente.
- Colocar durante la perforación filtros de manga, que permitan la captación directa del polvo.

- Regar agua en los frentes de trabajo, almacenes a cielo abierto de mineral y en la red vial para disminuir el proceso de deflación.
- Cubrir las superficies denudadas con cobertura herbácea para disminuir la erosión eólica y por tanto la contaminación coneótica.
- Controlar la calidad del aire a través de análisis y monitoreos hechos al menos una vez al año dentro del yacimiento y en sus zonas aledañas.

Ruido y Vibraciones

- Utilizar explosiones con micro retardos para disminuir la actividad sísmica.
- Emplear silenciadores en motores y plantas.
- Realizar análisis y monitoreos para las emisiones de ruido al menos una vez al año dentro del yacimiento y en sus zonas aledañas.
- Implementar un retacado cuidadoso en el proceso de carga de los taladros, para disminuir los efectos de la voladura.
- Disminuir hasta 10 m la altura del frente de exposición.
- Presentar un calendario de mantenimiento anual, con la obligación de cumplir lo programado para las maquinarias y herramientas mineras.
- Uso de protectores auditivos, en las arreas que lo requieran.

Contaminación de Aguas

- Realizar análisis de las aguas residuales para evaluar el impacto producido en el río los Guaos y tomar las medidas pertinentes de acuerdo con la afectación.
- Reparar la piscina de recirculación del agua que se utiliza en la planta española.
- Construcción de un depósito para realizar el vertido de los sedimentos (lodos) y cumplir las medidas de utilización que existen al respecto (fabricación de productos cerámicos, de hormigón, etc.) de forma tal que se consuma todo el material que se produzca.

Geología y Geomorfología

- Realizar con antelación los proyectos de rehabilitación de las áreas en explotación.
- Elaborar un plan de manejo para el yacimiento teniendo en cuenta la legislación vigente.

- Mantenimiento y estabilización de taludes y bloques.

Paisaje

- Reducir la visibilidad de las instalaciones, de modo que evite la percepción negativa de observadores externos.
- Utilizar cortinas vegetales, para evitar al máximo algunos visuales desagradables.
- Conservar la capa vegetal para su posterior reubicación.

Medidas de Mitigación de Carácter Técnico sobre el Medio Biótico

Las medidas de mitigación a implementar para atenuar los impactos ambientales al medio biótico, tendrán una mayor importancia sobre factores ambientales tales como, la flora, la fauna y el equilibrio ecológico; dichas medidas se relacionan a continuación:

Flora

- Reforestación de la zona priorizando árboles y arbustos propios del lugar.
- Elección correcta del área de desbroce para la apertura de los frentes.
- Estudio anterior a la explotación de las especies presentes que serán eliminadas para su posterior reposición.

Fauna

- Mantener vedadas aquellas especies sobre las cuales existen evidencias de peligro de extinción.
- Dar prioridad a una investigación, dirigida a evaluar el estado y la tendencia de la población de los animales presentes en el yacimiento.
- Aplicar métodos de cuidado y vigilancia, con el fin de minimizar las alteraciones sobre la vida animal en las distintas fases del sistema de explotación.

Medidas de Mitigación de Carácter Técnico sobre el Medio Antrópico

Las medidas de mitigación a implementar para atenuar los impactos ambientales al medio antrópico, tendrán una mayor importancia sobre factores ambientales tales como, el económico, social y cultural; dichas medidas se relacionan a continuación;

Factor Económico

- Realizar estudios de mercados que permitan establecer una correcta relación entre oferta y demanda.
- Implementar controles de calidad al producto Final para eliminar las no conformidades de los clientes.

Factor Social

- Reparación, mejoramiento y mantenimiento de las vías de acceso al yacimiento, con el fin de evitar accidentes.
- Establecimiento de un canal de negociación y dialogo con la comunidad afectada por los impactos negativos resultantes de la actividad en el Yacimiento.
- Apoyar programas de salud dirigidos al asentamiento poblacional cercano al yacimiento.

Factor Cultural

- Instruir a los trabajadores mineros sobre la importancia del respeto y valores culturales, y sensibilizarlos en sus tradiciones y estilo de vida, incluyéndolos como cursos en los planes de capacitación.
- Introducir la dimensión ambiental como parte de la educación formal e informal, especialmente en lo relacionado a la minería en el cuidado al medio ambiente.

Medidas de Mitigación de Carácter Organizativo

En este tópico, se presenta un panorama que incluye las actividades de aplicación de medidas de mitigación de carácter organizativo, esto es luego de haber relacionado las medidas técnicas descritas anteriormente. En las medidas organizativas se destacan algunos aspectos conceptuales y de planificación, conllevando conjuntamente a la organización y aplicación directa de estas medidas, conjuntamente con el organismo encargado de la explotación minera, resolviendo el problema de como se debe realizar la planificación para luego aplicar las medidas de forma coherente.

Tanto las medidas de mitigación de carácter técnico como de carácter organizativo, están relacionadas sólidamente, puesto que la implementación adecuada de estas últimas garantizará la eficiencia y éxito de las medidas técnico operacionales.

3.5. Proceso Organizativo

Debido a las importantes consideraciones ambientales que se relacionan con la operación del yacimiento, es de fundamental importancia, que el personal que opera en el lugar sea capacitado sobre el tema del manejo ambiental en el Yacimiento "Los Guaos". Esta capacitación debe ser transmitida por un profesional de experiencia en la temática ambiental, resultando necesario incorporar algunas especialidades que se relacionan con el manejo ambiental del área de estudio.

Esto ayudará a entender la necesidad del cambio de actitud hacia el medio ambiente, fundamentalmente en lo que se refiere a la atenuación y monitoreo, posiblemente tengan ellos mismos que implementar, siendo necesario dar capacitación al personal técnico y administrativo que trabaja en el Yacimiento "Los Guaos". El papel de la educación ambiental dentro del yacimiento es decisivo, si se aspira a tener resultados satisfactorios.

Debemos tener muy en cuenta que las medidas de mitigación están dirigidas a corregir, aminorar o modificar los efectos de los impactos ambientales, uno de los más importantes lo constituyen las emisiones de gases y polvo, provocadas por la ineficiencia en el proceso de la combustión, preparación mecánica y además de otros factores expuestos anteriormente.

Para obtener una eficacia de gran altura al aplicar las medidas de mitigación sobre los diferentes impactos ambientales citados con anterioridad, y considerando las medidas de carácter técnico; se debe aplicar una correcta organización, contemplando los diferentes procedimientos, normas y demás reglas que se fundamenten claramente en el desarrollo de parámetros técnico organizativos, aplicados en forma directa al estudios de impacto ambiental.

En las medidas de carácter técnico del medio físico, biótico y antrópico, se ve la necesidad de la organización de los diferentes procesos de planificación, para obtener el máximo rendimiento en la implementación del plan de manejo ambiental, por ello surge la necesidad de poner el plan en marcha por intermedio de personal capacitado, que vele por la operación correcta, y con la finalidad de evitar errores que pueden alterar las medidas del manejo ambiental, este personal debe estar encargado de desarrollar planes operativos, como por ejemplo, el monitoreo de diferentes factores ambientales, que permita controlar si las operaciones que se aplican van correctamente según lo dispuesto.

El programa de monitoreo debe realizarse de manera tal, que se pueda obtener la información confiable que ayudará a determinar el estado de los recursos ambientales afectados, y sirva de base para las decisiones administrativas de las posibles medidas de mitigación que deben ser implementadas. A continuación se detalla las siguientes medidas organizativas que permitirán la culminación de los objetivos ambientales:

- **Elaborar una Estrategia y una Política Ambiental** en la empresa que garantice las acciones en este tema teniendo en cuenta las existentes en el país, la provincia, el municipio y el Ministerio de la Construcción, a partir de los resultados de esta investigación.
- **Implementar un Sistema de Gestión Ambiental.** Que lleve a la práctica la política ambiental de la empresa y el cumplimiento de los objetivos ambientales y vele por el cumplimiento de las normas y regulaciones vigentes en materia de medio ambiente.
- **Establecer un manual de gestión ambiental.** Que constituya una guía que posibilite el trabajo de la empresa en la temática ambiental, con las directrices y lineamientos más importantes y de mayor prioridad
- **Incorporar un departamento de medio ambiente en la empresa.** Este departamento estará encargado del estudio y protección del medio ambiente y el cumplimiento de la legislación existente para esta actividad.

- **Establecer convenios con el Centro Oriental de Biodiversidad y Ecosistemas** para el asesoramiento en la conservación y restauración del paisaje.
- **Incluir la temática ambiental** en los planes de capacitación.
- **Aprobar la presente propuesta en el Consejo de Dirección** de la Empresa de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba.

CONCLUSIONES

- El trabajo realizado en la cantera Los Guaos ha posibilitado evaluar el Impacto provocado por la explotación minera sobre el medio ambiente, y proponer un plan de medidas para la corrección o mitigación de los efectos negativos en el entorno y lograr el uso racional de los recursos naturales".
- Se demostró que el yacimiento de porfirita Los Guaos provoca impactos ambientales en el medio físico, biótico y antrópico, donde los mayores impactos negativos son generados por las emisiones de polvo a la atmósfera, los cambios en la topografía de la zona y la remoción de la vegetación y deforestación
- Las medidas de carácter técnico propuestas en el estudio de la cantera, satisfacen las necesidades que la problemática ambiental demanda en la zona de estudio, y la eficiencia de su aplicación, permitirá la minimización de los impactos negativos y la potenciación de los positivo. Las medidas organizativas garantizarán el éxito e implementación de las medidas de carácter técnico.
- El éxito de esta propuesta dependerá del nivel de atención, seguimiento y control por parte de los directivos de la Empresa de Materiales de la Construcción y el reconocimiento de la utilidad por parte de los clientes de los resultados obtenidos en esta investigación.

RECOMENDACIONES

- Realizar un nuevo análisis de las aguas del río cuando la cantera inicie su producción y tener en cuenta los resultados obtenidos en el muestreo hecho durante la investigación como línea base para evaluar la magnitud de la incidencia sobre la calidad del agua del río los Guaos.
- Reparar la piscina de recirculación del agua que se utiliza en la planta española y la construcción de un depósito para realizar el vertido de los sedimentos (lodos) y cumplir las medidas de utilización que existen al respecto (fabricación de productos cerámicos, de hormigón, etc.).
- Emplear la metodología desarrollada en futuros estudios sobre la influencia de la explotación minera a cielo abierto en el medio ambiente en otras canteras de materiales de la construcción.
- Presentar el resultado de este estudio y la propuesta del plan de medidas ante el Consejo de Dirección de la Empresa de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba para su aprobación y posterior puesta en práctica.
- Tener en cuenta los resultados de esta investigación para la elaboración del Sistema de Gestión Ambiental de la Empresa de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba y la solicitud de la Licencia Ambiental para la cantera ”Los Guaos”.

BIBLIOGRAFÍA

1. CITMA resolución 77/99 “Reglamento del proceso de Impacto Ambiental”.
2. CITMA Ley 81/97 “Medio Ambiente”.
3. CITMA Decreto Ley 200/99 “De las contravenciones en materia de Medio Ambiente”.
4. 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.
5. CITMA. Oficina nacional de normalización (2000). Normas de gestión ambiental II parte. “Guía para la implementación de la NC-ISO 14 001”.
6. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos. (1998). “Formulación y evaluación de proyectos ambientalmente compatibles. Chile:
7. Constitución de la republica.
8. Conesa Fernández-Vitora V. (1997) “Guía Metodologica para la EIA “. Editorial Mundi-Prensa 290 pp.
9. Cantera. Piedra Triturada. Instalación Los Guaos R.D.A. Proceso Tecnológico. Materiales de Construcción. NEGEICON – 1335 – 02. 25 pp.
10. Cantera. Piedra Triturada. Instalación Los Guaos Español. Proceso Tecnológico. Materiales de Construcción. NEGEICON – 1335 – 03. 18 pp.

11. Chiu Espinosa J. (1995-1996) “Influencia sobre el Medio Ambiente de la actividad minera en el yacimiento de la planta “Las Camariocas”.

12. Eduardo Lópes A. G. (2002) “Influencia del ángulo de buzamiento en los trabajos de perforación y voladura en la cantera los Guaos”.

13. Hernández Sampier R. (2003) “Metodología de la investigación”.

14. Jaramillo Espinosa C. V; Castillo Luna M. E. (1998) “Estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental en el yacimiento “Calizas Nambacola”. Provincia de Loja Ecuador”. Tesis de Grado. ISMM. Moa- Cuba

15. Munich L y Ángeles E. (1996) “Métodos y técnicas de investigación”.

16. NC XX -99. “Vertimiento de aguas residuales a las aguas Terrestres y al alcantarillado. Especificaciones”.

17. NC 26-99. “Atmósfera. Ruido en zonas habitables”

18. Norma cubana 93-2 Agua potable requisitos sanitarios y muestreo.

19. Ley 76. Ley de Minas

20. Páez Zamora C. (1996) “Introducción a la Evaluación de Impacto Ambiental”.

21. Pérez J. E. (1984) “Proyecto de explotación de la cantera “Guaos II” del yacimiento de porfiritas “Los Guaos” Provincia Santiago de Cuba”.

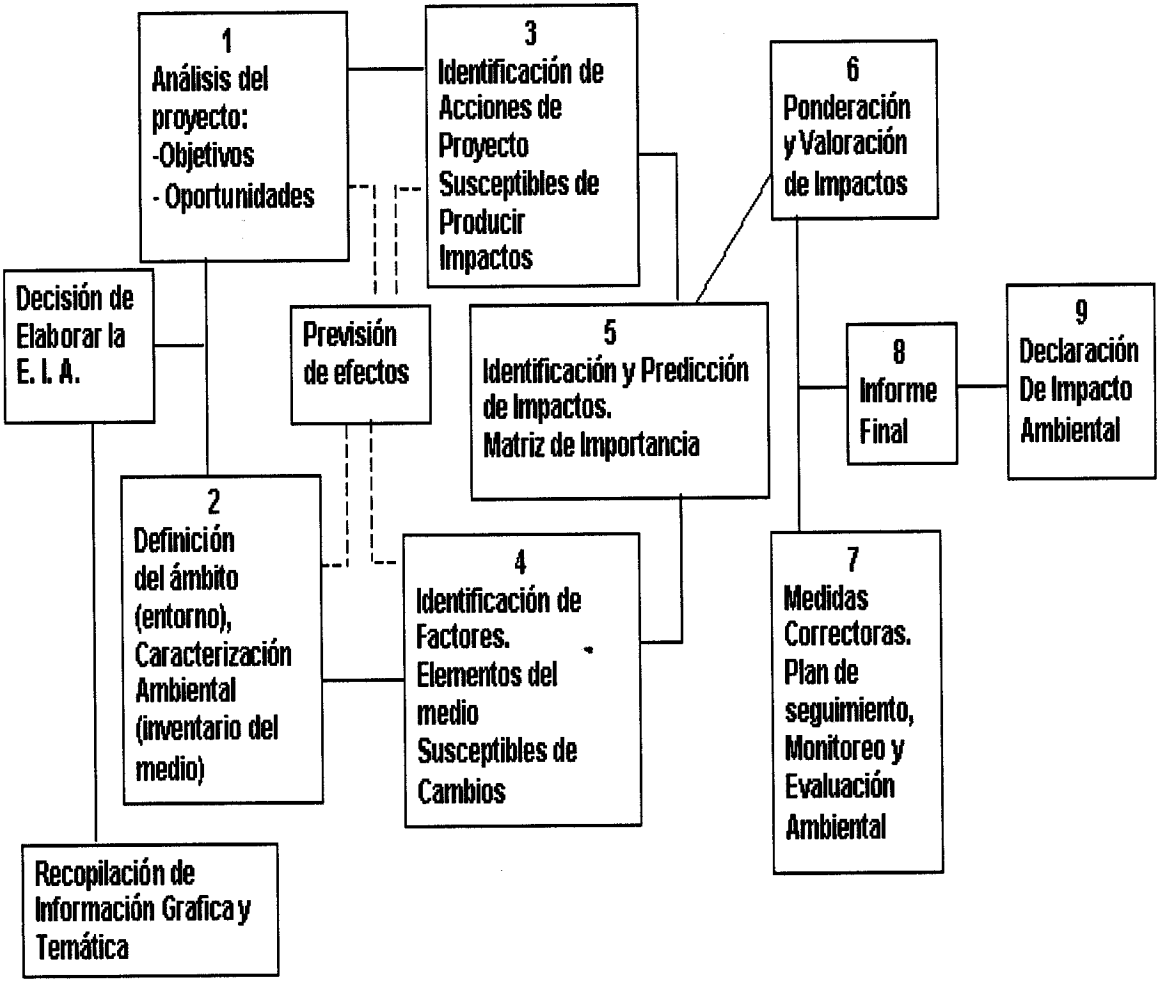
22. Pérez Rodríguez G y Nocedo León I. (1989) “Metodología de la investigación Pedagógica y Psicológica”.

23. Rams V. Juan V. (2001) “Cuestiones Geoambientales en Canteras de materiales de Construcción. Memorias de VIII Jornada Científico - Técnica de la Actividad Geológica”. Santiago de Cuba.

24. Serie de normas ISO 14000

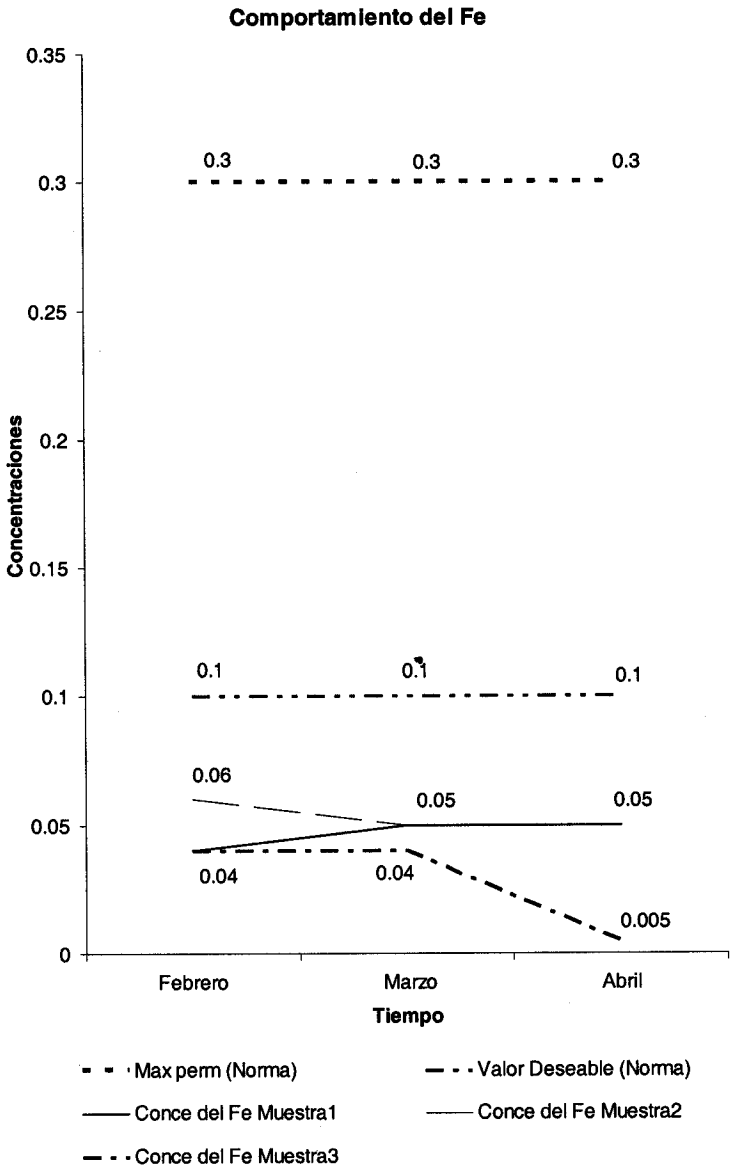
25. Salgado Eva. (1997) “Gestión Ambiental y Desarrollo sustentable de los asentamientos mineros del Ecuador (Sector Bella Rica)”. Tesis de Grado. ISMM. Moa- Cuba.

Anexo 1. Algoritmo General de la Evaluación de Impacto Ambiental

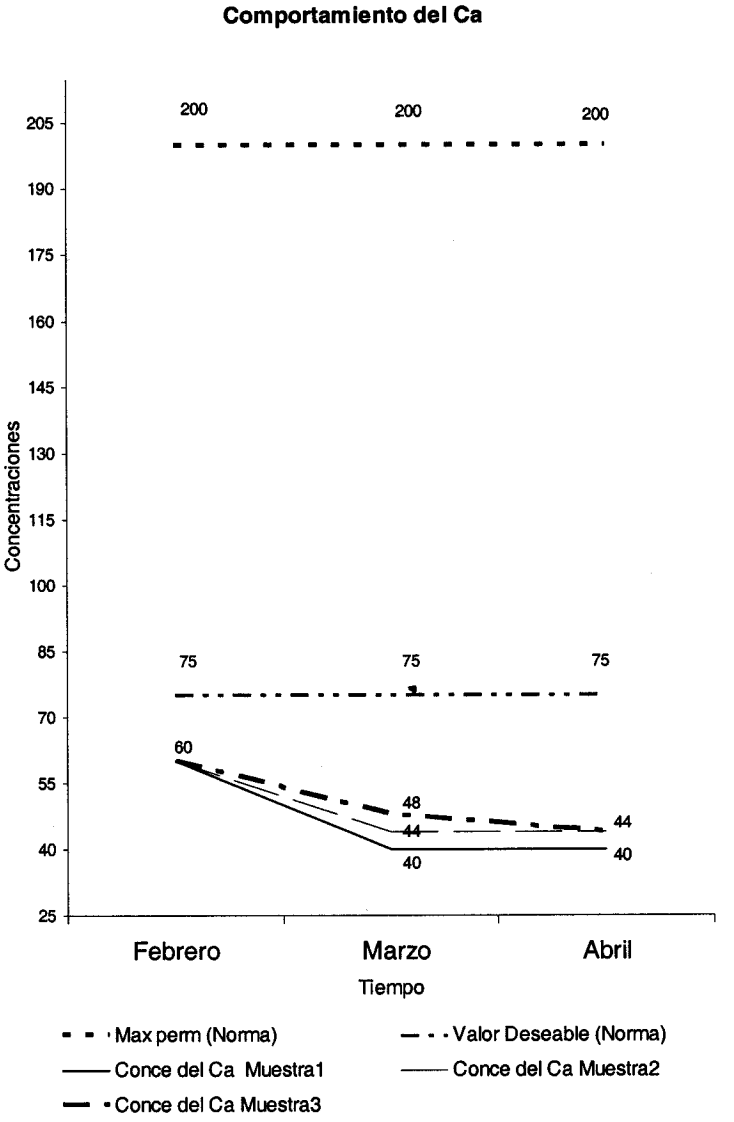


(V. Conesa. 1993)

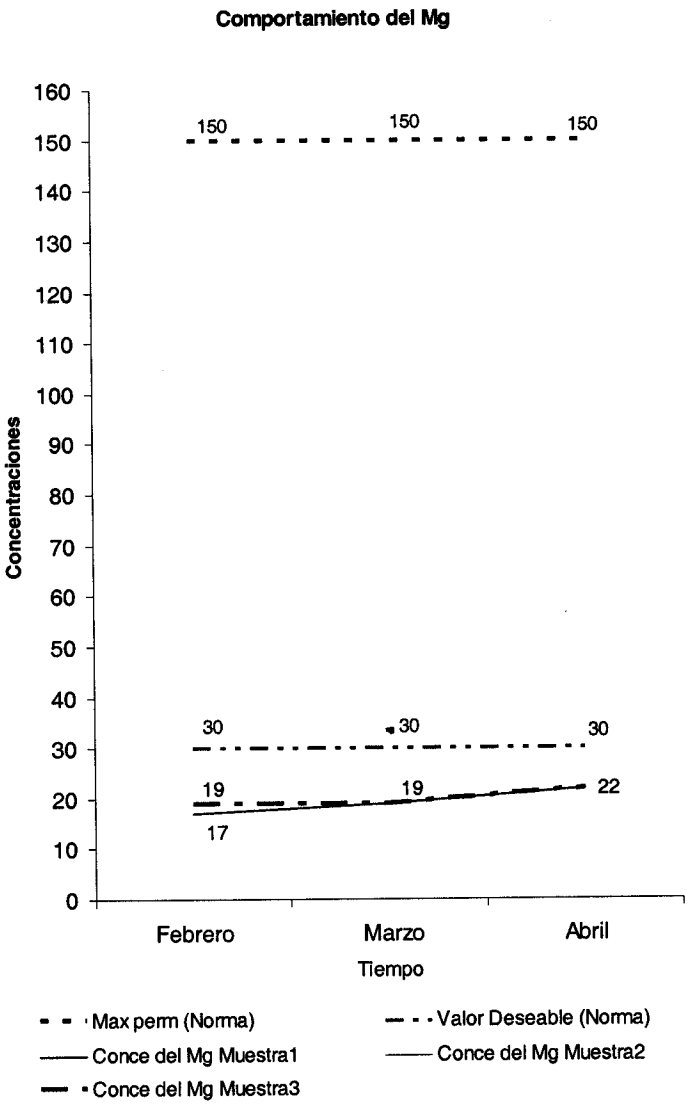
Anexo 2. Gráfico del comportamiento del Fe_2.



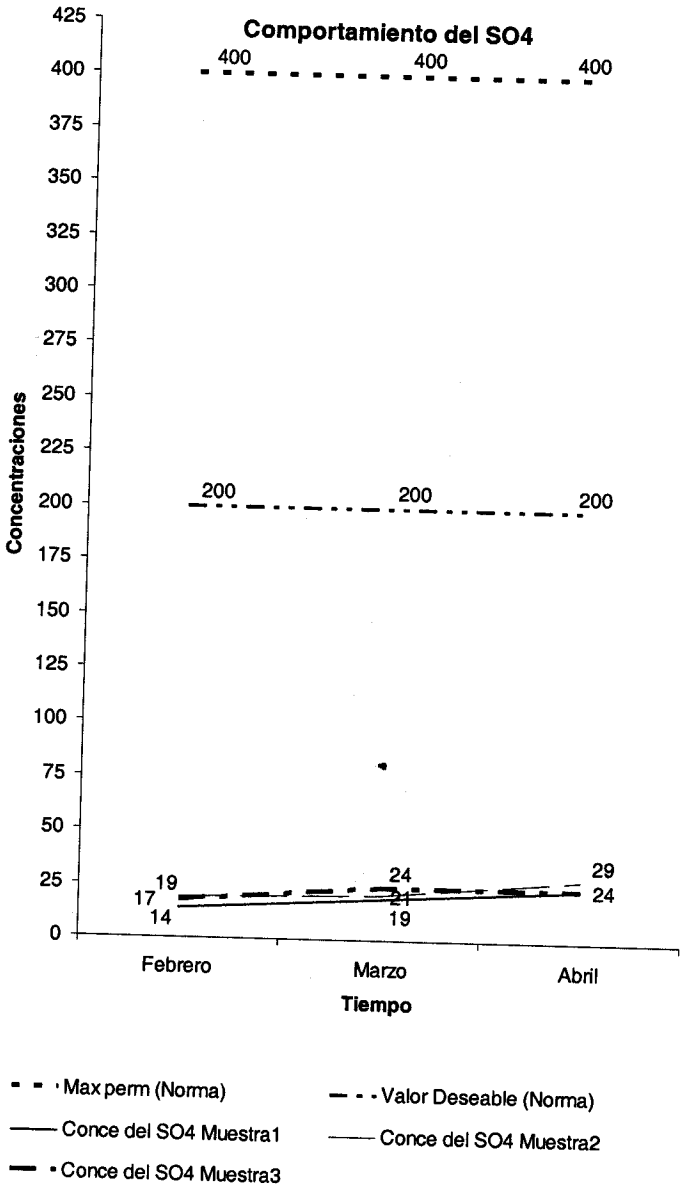
Anexo 3. Comportamiento del Ca.



Anexo 4. Comportamiento del Mg.



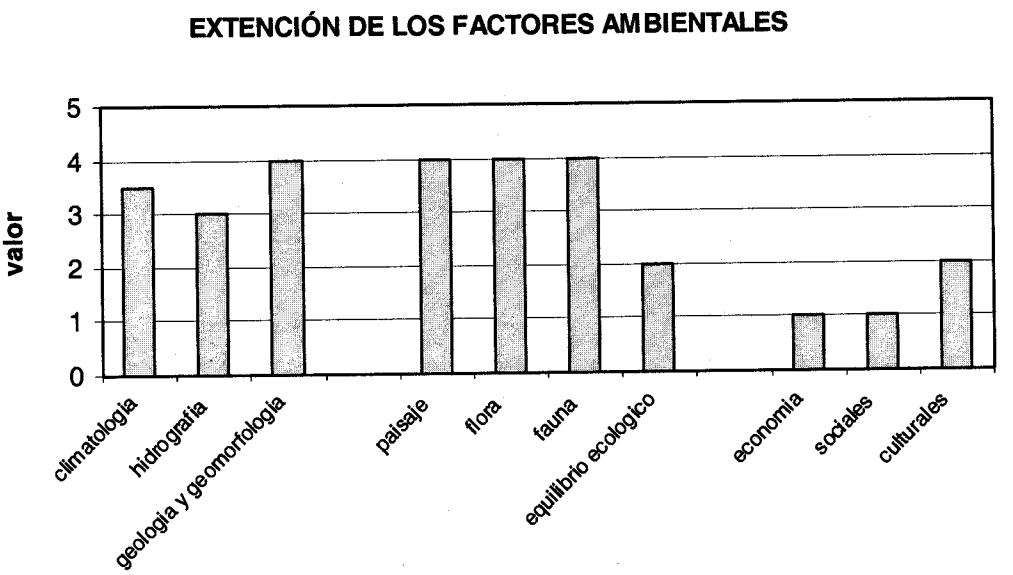
Anexo 5. Comportamiento del SO_4.



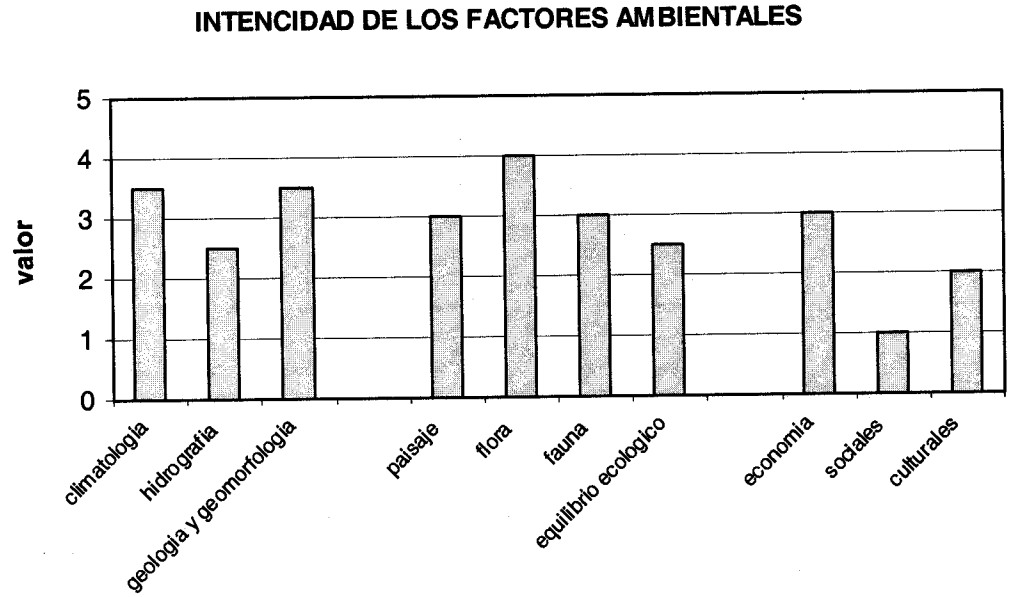
ANEXO 6. MATRIZ DE CALIFICACION CAUSA - EFECTO

Factores Ambientales / Operaciones			Operaciones del Sistema de Explotacion								Impactos Ambientales	Valoración							
			Perforacion			voladura	Carga					Valores							
			Carga de	Carga de Columna	Retacad	Detonación	Amontonamiento	Transporte	Preparación mecánica	Comercio		Naturaleza	Extención	Intencidad	Momento	Persistencia	Reversibilida	Ponderación	Importancia
Medio	Climatología	Calidad del Aire	X	X	X	X	X	X	X		Alteración de la calidad del aire por emisiones de gases y polvo	-	4	4	3	4	3	30	F
											Emisiones continuas y variables de ruido	-	3	3	3	4	4	26	M
	Hidrogtafía	Aguas Superficiales				X		X	X		Alteración de calidad del agua por deposición de sólidos	-	4	3	3	4	3	27	M
		Aguas Subterraneas									Contaminación de los acuíferos locales por las aguas residuales	-	2	2	3	2	2	17	L
	Geología y Geomorfologia	Geología Local	X	X	X	X	X	X			Aumento de los procesos erosivos	-	4	3	2	3	3	25	M
		Topografía	X	X	X	X	X	X			Cambios en la composición topográfica	-	4	4	3	4	4	31	F
	Paisaje		X	X	X	X	X	X			Alteración de la calidad visual	-	4	3	3	4	3	27	M
Medio Biótico	Flora		X	X	X	X	X	X			Remosión de la vegetación y deforestación	-	4	4	3	4	3	30	F
	Fauna		X	X	X	X	X	X			Alteración del hábitat natural y desplazamiento de la fauna	-	4	3	3	3	3	26	M
	Equilibrio Ecologico		X	X	X	X	X	X			Alteración del flujo de enregía y materia de formación	-	2	3	2	3	4	22	L
											Pérdida de la biodiversidad	-	2	2	3	3	4	20	L
Medio Antrópic	Económicos	Economía	X	X	X	X	X	X	X	X	Aumento de empleo	+	1	3	3	4	1	19	L
											Aumento de las demandas por servicios sociales	+	1	3	3	4	1	19	L
	Sociales	Vialidad								X	Incremento del número de accidentes	-	1	1	1	1	4	11	L
		Salud	X	X	X	X	X	X	X		Aumento del número de enfermedades	-	1	1	2	4	3	14	L
	Culturales	Cultura								X	Enrriquecimiento de la diversidad cultural	+	2	2	2	4	4	20	L

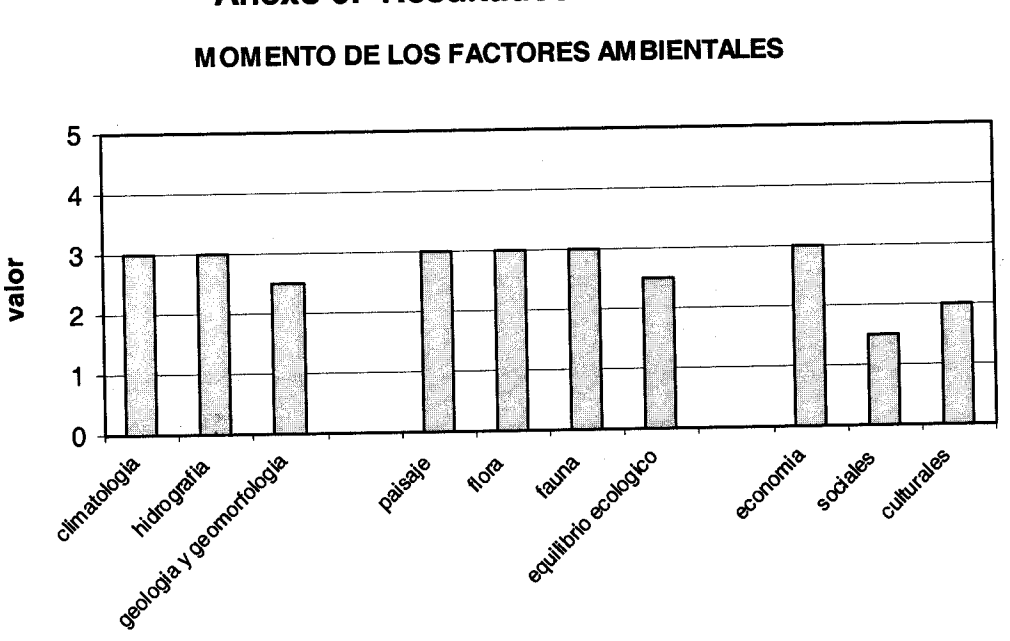
Anexo 7. Resultados de la extensión.



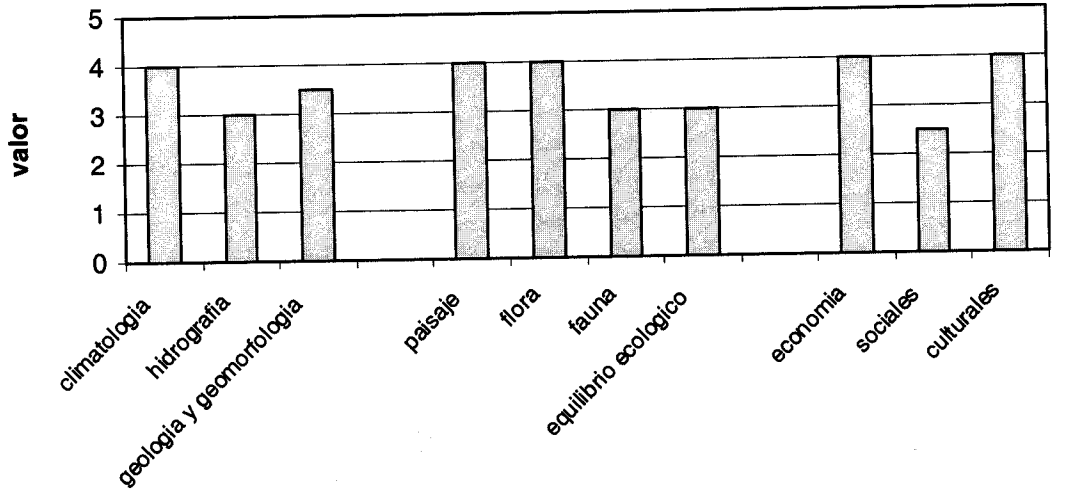
Anexo 8. Resultados de la intensidad.



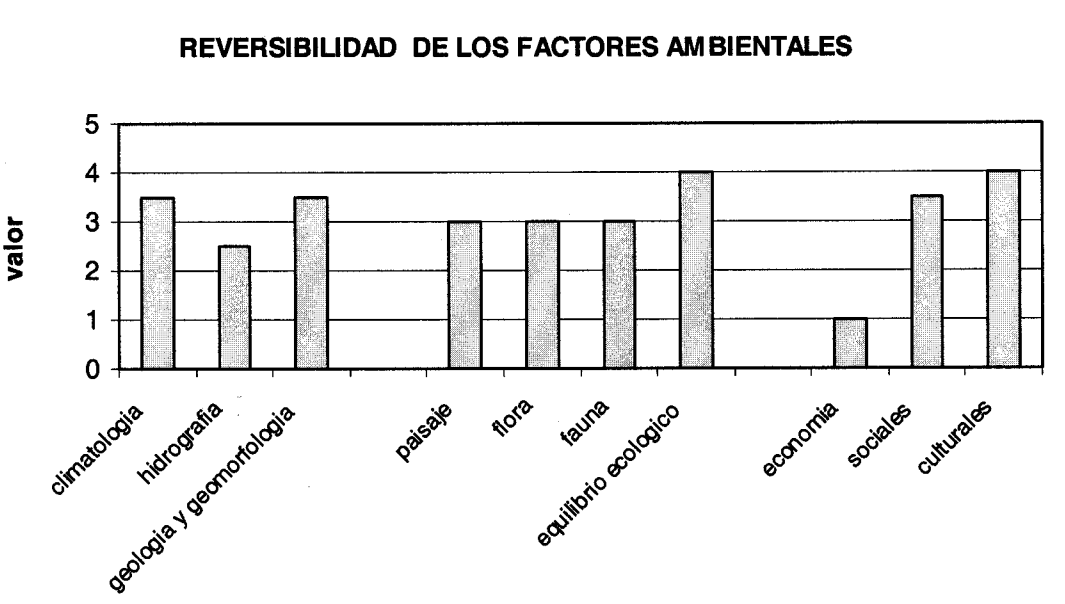
Anexo 9. Resultados del momento.



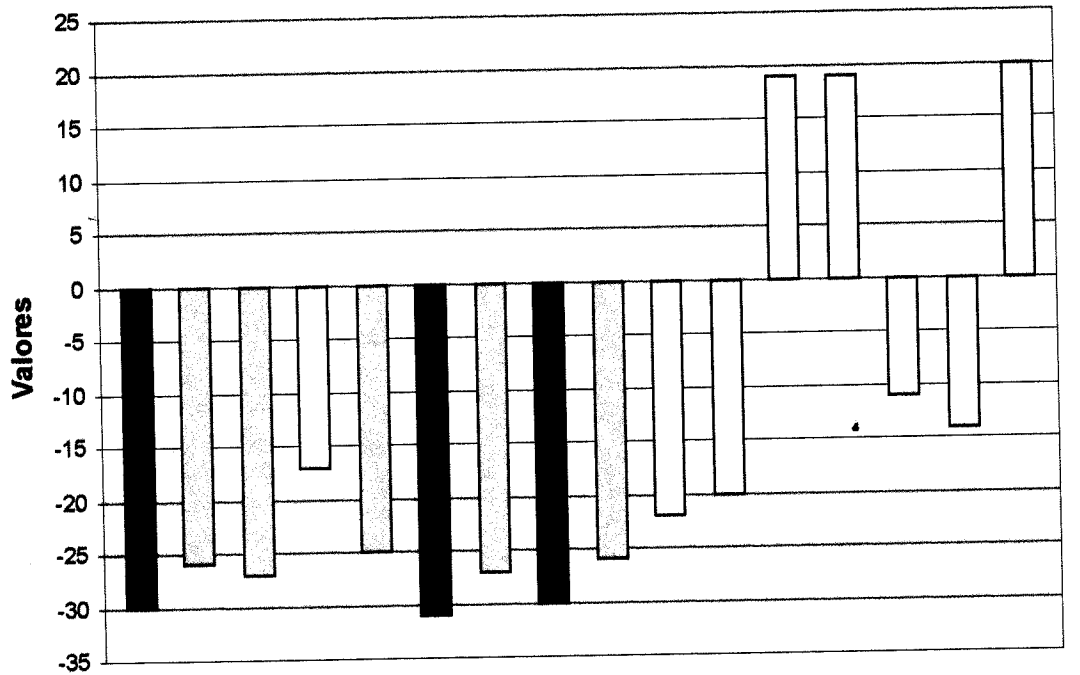
Anexo 10. Resultados de la persistencia.

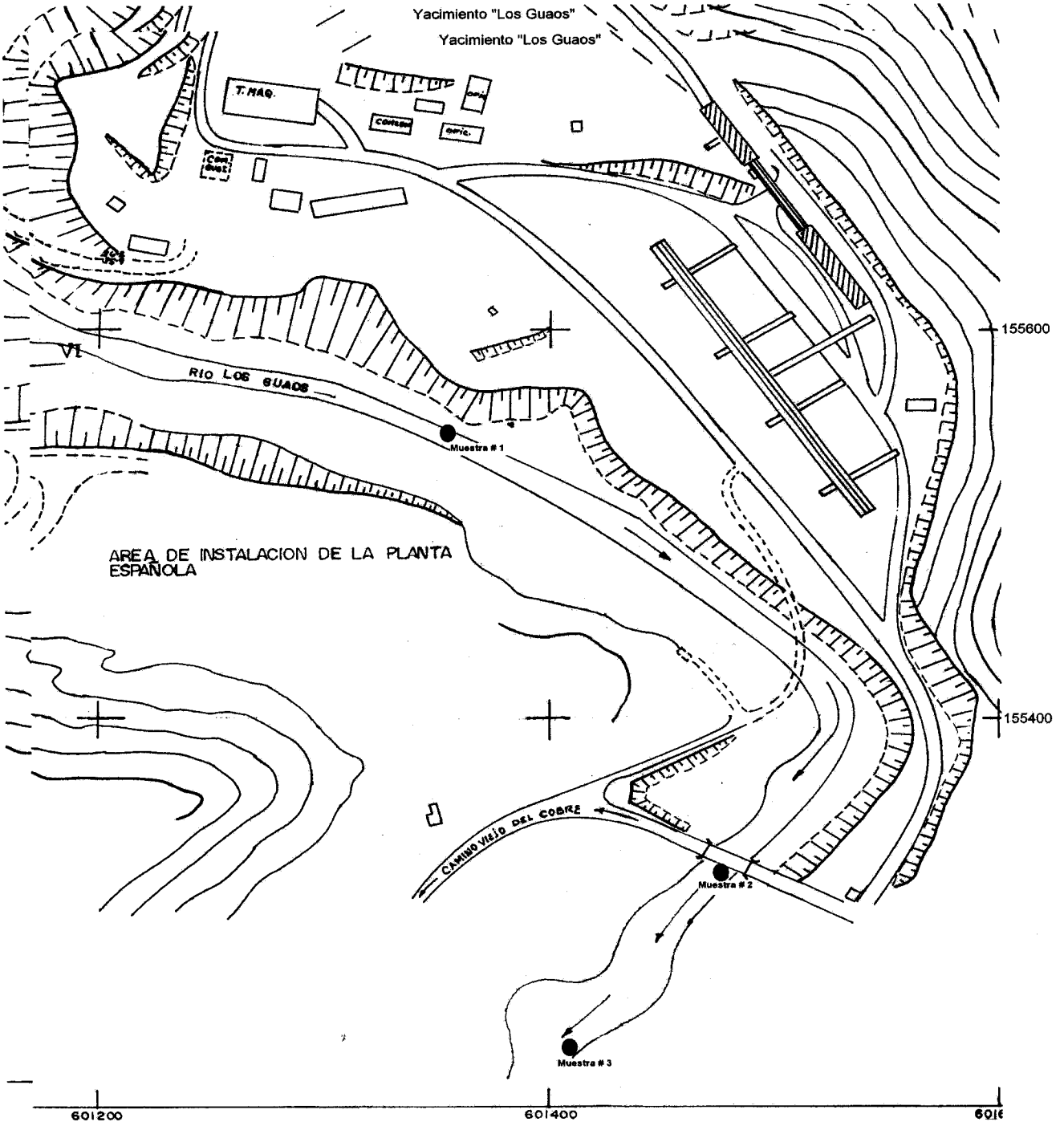


Anexo 11. Resultados de la reversibilidad.



Anexo 12. Resultados de la Ponderación



- Alteración de la calidad del aire
- Emisiones de ruidos
- Alteración de calidad del agua por sólidos
- Contaminación por aguas residuales
- Aumento de la erosion
- Cambios en la topografía
- Alteración de la calidad visual
- Remosión de la vegetación y deforestación
- Alteración de la fauna
- Alteración del flujo de enregía
- Pérdida de la biodiversidad
- Aumento de empleo
- Aumento de las demandas
- Incremento de accidentes
- Aumento de enfermedades
- Enriquecimiento cultural

Anexo 13. Mapa representativo de los puntos de las muestras de agua.