

Monografía



Instituto Superior Minero Metalúrgico

Dr. “ Antonio Núñez Jiménez “

CUBA

**ESTUDIO INGENIERO – ECOLOGICO DE LAS AREAS DE INFLUENCIA
DE LAS MINAS DE LA EMPRESA CROMO MOA**

Autor: Ing. Juan Federico Yolí Mateos

I.S.B.N.: 959-16-0254-5

**Ediciones
Universitarias
Moa, 2004**

CURRÍCULUM DEL AUTOR

TÍTULOS OBTENIDOS

Ingeniero de Minas. Graduado en 1977 en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Holguín. Cuba.

Master en Medio Ambiente, en aprovechamiento racional de los georrecursos. Graduado en 1999 en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Holguín. Cuba.

EXPERIENCIA DOCENTE (durante los 25 años de trabajo)

Topografía minera.

Topografía General

Topografía para Ingeniero Civiles

Teoría de los errores

Ingeniería Geodésica

Geodesia Superior

Topografía para geólogos.

Topografía minera.

Topografía General

Topografía para Ingeniero Civiles

Teoría de los errores

Ingeniería Geodésica

Geodesia Superior

Topografía para geólogos.

CURSOS DE POSTGRADO IMPARTIDOS

Seminario de topografía subterránea Universidad Nacional de Loja Ecuador (UNL)

Seminario Taller sobre minería aplicada. (UNL)

Seminario de Topografía Subterránea. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil. Ecuador.

Monografía

Seminario de Topografía Subterránea. Facultad de Geología, Minas y Petróleo, Universidad Central del Ecuador. Quito.

Seminario de Topografía Subterránea. Universidad del Azuay. Cuenca. Ecuador.

Seminario de Topografía Subterránea. Cámara de Minería. Cantón Zaruma. Ecuador.

Seminario Taller sobre minería y geología aplicada. (UNL).

Geodesia aplicada CEN Holguín.

Estudio de topografía (Empresas del Níquel)

Topografía (Ministerio de la Construcción) Holguín.

Entrenamiento de topografía (Empresa del níquel Ernesto Che Guevara).

Geodesia aplicada a la construcción subterránea y a la Geomecánica

EXPERIENCIA INVESTIGATIVA

Trabajos topográficos en las fábricas de cemento de Santiago de Cuba y Nuevitas.

Determinación de la posibilidad de utilización de la película fotográfica F-22 de la Varca film en los trabajos de Fotogrametría.

Investigación de la estabilidad de los puntos de apoyo y elaboración de la metodología de las observaciones de los asentamientos de los cimientos de la empresa del níquel Ernesto Che Guevara.

Investigación de la estabilidad de los puntos en los polígonos geodinámicos de Santa Lucia y Gibara de la Central Electro nuclear. Holguín. Cuba.

Nueva forma de cálculo para determinar los movimientos verticales de los puntos en los polígonos geodinámicos.

Estudio ingeniero – ecológico – paisajístico del área de influencia exterior de la mina Mercedita , Amores y de la mina cielo abierto Los Naranjos en la Empresa Cromo Moa.

Nueva forma de cálculo para determinar los movimientos verticales de los puntos en los polígonos geodinámicos.

Estudio ingeniero – ecológico – paisajístico del área de influencia exterior de la mina Mercedita , Amores y de la mina cielo abierto Los Naranjos en la Empresa Cromo Moa.

PUBLICACIONES

Estudio sobre la posible utilización de la película fotográfica del tipo F-22 de la Varca film en los levantamientos aerotopográficos terrestres, utilizando el fototeodolito PHOTEO.

Resultados de las investigaciones de la estabilidad de los puntos de apoyo en el área de construcción de la Planta de níquel de Punta Gorda. Moa. Holguín.

Observaciones de los asentamientos de los cimientos de los objetos ingenieriles de la Empresa de Níquel “Ernesto Che Guevara”.

Estudio ingeniero ecológico del área de influencia exterior de la Mina Mercedita

Guía metodológica de Topografía minera

1^{er} capítulo del libro “Influencia de los trabajos subterráneos sobre el terreno y construcciones subterráneas.

OTROS DATOS DE INTERES

Secretario de la Carrera de Ingeniería de Minas – ISMM

Jefe de la disciplina Geomecánica

Profesor principal de Topografía general y minera

INDICE

CURRÍCULUM DEL AUTOR.....	2
RESUMEN.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPITULO I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS MINAS MERCEDITA, AMORES Y LOS NARANJOS	10
I.2- Características geológicas de la región.....	13
Yacimiento Los Naranjos.....	14
Yacimiento Amores	16
I.2.1- Geología de los yacimientos.....	17
I.3- Clima de las regiones.....	20
Mina Amores.....	21
I.7- Tipos y usos del suelo.....	29
I.9- Fuentes de energía.....	30
I.11- Descripción general del medio biótico.....	31
CAPITULO II. PRONOSTICO AMBIENTAL.....	41
II.2.1 - Características de la exploración geológica.....	42
II.2.2 - Características de la explotación minera.....	43
II.4- Identificación de los factores del medio, susceptibles a recibir impactos y grados de ocupación del sistema actual.....	47
II.5- Análisis cualitativo del impacto ambiental en las unidades antrópicas y naturales.....	48
Mina Mercedita	48
II.6- Análisis semicuantitativo del impacto ambiental en las unidades antrópicas y naturales.....	54
II.7- Análisis de los resultados.....	57
III. CAPITULO III. VÍAS PARA LA MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS Y LA UTILIZACIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS MINEROS.....	65
III.2- Vías para garantizar una mayor utilización de los recursos minerales.....	68
III.3- Utilización de los espacios subterráneo.....	69
CONCLUSIONES.....	75
BIBLIOGRAFIA.....	76

RESUMEN

Los trabajos de explotación en la mina Mercedita y Amores se realizan por el modo subterráneo y por el sistema de cámara y pilares y en los Naranjos a Cielo Abierto, esto trae como consecuencia, que por ser los cuerpos cromíticos de gran potencia, los pilares que se dejan en las cámaras, sean de mineral y todo el estéril que se extrae se deposita en escombreras exteriores, alterando el equilibrio ecológico. Este trabajo se realizó con el objetivo de estudiar y evaluar los impactos ambientales que se producen en los trabajos de exploración geológica y de explotación minera de los yacimientos Mercedita, Amores y Los Naranjos y proponer las soluciones de ingeniería para eliminar o mitigar los impactos negativos. Estas áreas de trabajo se encuentran ubicadas en zonas importantes desde el punto de vista de la flora y la fauna. Las diferentes minas se dividieron en zonas antrópicas y naturales. Se estableció el grado de ocupación del sistema actual, llegándose a la conclusión de que el entorno de las unidades antrópica sufrieron una transformación total, y las naturales han sufrido una transformación estructural parcial. El método para la determinación de los impactos, fue la observación directa de los mismos. Se realizó el análisis cualitativo del impacto ambiental por unidades antrópica y naturales. El análisis semicuantitativo se realizó elaborando dos matrices:

La matriz de importancia de los impactos ambientales en las que interaccionan los factores ambientales y las acciones en las diversas fases.

La matriz de importancia del impacto por unidades naturales y los tipos de ocupación.

Atendiendo a los resultados obtenidos en las matrices se determina que el factor mas dañado en la mina Mercedita es el agua, en la mina Amores es el suelo, la vegetación, el relieve, el equilibrio ecológico y el agua y en la mina Los Naranjos es el suelo, el relieve, la vegetación, la fauna y el equilibrio ecológico.

INTRODUCCIÓN

Los procedimientos extractivo de los minerales y rocas son variados, según se utilicen uno u otro se producirá toda una gama de potenciales impactos ambientales en el territorio.

Los impactos ambientales por las extracciones mineras son muy variados, dependiendo fundamentalmente del tipo de minería. La minería subterránea provoca subsidencia generalizada en la superficie sobre todo después del abandono de la cuenca minera. La minería a cielo abierto provoca por lo general cambios en el paisaje, tanto por las excavaciones para el arranque del mineral, como por las escombreras.

Las aguas superficiales y subterráneas se contaminan de determinados metales, así mismo, las aguas procedentes del laboreo minero acidifican los cursos de aguas. Las aguas subterráneas son afectadas cuando se profundiza en los trabajos por debajo del nivel de aguas freáticas produciéndose un cono de depresión alrededor de la excavación. La calidad del agua, es afectada igualmente. Las aguas superficiales son afectadas en la calidad y la cantidad, los cursos de agua pueden ser obstruidos o desviados.

El aire resulta contaminado por el polvo producido por las extracciones y el transporte de minerales. Se produce ruido como consecuencia de las voladuras y el trasiego de las máquinas.

Si se analiza las formas de entender la rehabilitación de un área laboreada no necesariamente debe de enfocarse como la reinstalación de la cubierta vegetal, al territorio afectado se le pueden asignar nuevos usos como: campo de deporte, suelo industrial e incluso instalaciones de vertederos.

Para que un plan de rehabilitación sea factible debe basarse en un plan de explotación previsor. Así por ejemplo, en la minería en que el yacimiento se deba destapar, si se ha tenido la precaución de reservar el suelo vegetal, el plan de rehabilitación se realizara con facilidad, extendiendo de nuevo el suelo por la zona ya explotada.

Monografía

I.1-Planteamiento de la problemática.

El creciente deterioro del entorno natural, producido por la actividad humana, ha creado una sensibilización social que se está manifestando en una modificación de los hábitos de consumo. Esta sociedad, por otra parte, demanda una actividad institucional de protección del medio ambiente, que se está viendo plasmada en una legislación cada vez más compleja y restrictiva dentro de este contexto y es estimulada por él, (González, 1990). La empresa se encuentra con la necesidad de extracción de recursos naturales, sistema de producción y productos no agresivos con la naturaleza, de este modo, la organización que teniendo evidentes efectos ambientales negativos, no sea receptiva a estas demandas y obligaciones, estará comprometiendo seriamente su futuro (González, 1990).

Por estas razones las empresas que se dedican a la extracción de cromo tienen el siguiente problema:

“La explotación de los yacimientos de cromo produce un considerable impacto ambiental”.

I.2- Hipótesis

Analizando el problema planteado enunciamos nuestra hipótesis de la siguiente forma:

“ Se puede lograr la explotación de los yacimientos de cromo a cielo abierto o subterráneo con la mitigación de los impactos ambientales”

I.3 - Objetivo.

En nuestro trabajo, se consideran todos los impactos que producen la extracción de mineral, para estudiarlo y buscar soluciones alternativas y para eliminarlo o mitigar sus efectos negativos sobre el medio ambiente, por lo que nos proponemos el siguiente objetivo:

“Evaluar los impactos ambientales provocados por la actividad minera y proponer las soluciones de ingeniería para la mitigación de los impactos negativos”.

1.4- Tareas a investigar.

Para realizar este trabajo se tuvo que dividir el mismo en diferentes etapas o tareas.

Las tareas son las siguientes:

Monografía

Determinar el impacto ambiental provocado por la exploración geológica y por la explotación minera.

Realizar el análisis cualitativo del impacto ambiental.

Realizar el análisis semicuantitativo del impacto ambiental.

Hacer el análisis de los impactos ambientales negativos, para proponer las soluciones de ingeniería para eliminarlos o mitigar los efectos.

CAPITULO I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS MINAS MERCEDITA, AMORES Y LOS NARANJOS .

I.1- Ubicación Geográfica.

La provincia de Holguín y Guantánamo se encuentran al noroeste y en el extremo más oriental de la República de Cuba respectivamente, limitan al Oeste con la provincia Las Tunas, al Sudoeste con la provincia Granma y al Sur con Santiago de Cuba.

Moa se encuentra situado en la porción nordeste de la provincia de Holguín y está limitada por el Norte por el océano Atlántico, por el Sur y el Este por la provincia Guantánamo y por el Oeste por los municipios Sagua de Tánamo y Frank País.

Baracoa se encuentra situada al noroeste de la provincia de Guantánamo, esta limitada al Norte por el Océano Atlántico, al Oeste por la provincia de Holguín, al Este por el municipio Maisis y por el Sur por los municipios de Imias y Yateras.

En el poblado de Punta Gorda Abajo, en el municipio de Moa, se encuentra enclavada la Empresa Cromo Moa, que en estos momentos está explotando por el método subterráneo, dos yacimientos cromíticos (Amores y Mercedita) y uno a cielo abierto, Los Naranjos. Amores y Los naranjos están ubicados en el municipio Baracoa y Mercedita en el municipio de Moa.

El centro administrativo de la zona de trabajo es el pueblo de Moa, cuyo desarrollo económico - metalúrgico está relacionado con los yacimientos de níquel y cromita actualmente en desarrollo y explotación, además de una agricultura poco desarrollada y principalmente autoconsumo en zonas rurales. Otros barrios son los poblados de Yamanigüey, Quemado del Negro, Punta Gorda, situados a lo largo de la costa, mientras que las zonas montañosas están prácticamente deshabitadas.

Las vías de comunicación que existen en esta región son: aéreas, marítimas y terrestres. En esta región existe un aeropuerto que enlaza al municipio con otras ciudades del país. Las comunicaciones marítimas se hacen a través del puerto donde atracan barcos procedentes de otros países y de otros puertos de nuestro país.

Monografía

Las fundamentales vías de comunicación terrestre son los terraplenes y carreteras. Moa esta unida a la zona aledaña de Punta gorda por una carretera que permite la comunicación con la ciudad de Baracoa y otra que la une con la capital provincial, Holguín.

El mineral fundamental a extraer en estas minas es el cromo.

La mina Mercedita se ubica en la parte Sudeste de este municipio, cuya vía de acceso es una carretera no asfaltada que se desprende de la carretera Moa- Baracoa y dista a unos 45 Km. aproximadamente del citado municipio.

La mina Mercedita tiene un área de unos 12 Km². Las coordenadas Lambert donde se encuentra ubicado este yacimiento se pueden ver en la Tabla I.1

Los yacimientos de cromo refractario más importantes del país se encuentran en esta región.

Tabla I.1. Coordenadas del yacimiento Mercedita

Punto No.	Coordenadas	
	X (m)	Y (m)
I	706400	199400
2	706400	199800
3	706750	199400
4	706750	199800

Esta zona la podemos encontrar en la hoja cartográfica 5277-III. Palenque, a escala 1:50000.

Los yacimientos de cromo Amores y Los Naranjos se encuentran ubicado en el municipio Baracoa, provincia Guantánamo, a unos 16 Km. de la ciudad de Baracoa. Para los trabajos geólogos ambientales se seleccionan un área de influencia de 10 km².

Las coordenadas Lambert donde se encuentra ubicado el yacimiento Amores se pueden ver en la Tabla I.2.

Monografía

Esta zona se encuentra ubicada en la hoja cartográfica 5277-II Cayo Guín a escala 1:50000.

El acceso principal a la zona, se realiza por la carretera que une a la ciudad de Moa con la de Baracoa y el camino vecinal que se desprende de la misma, llegando hasta la zona de los trabajos.

Tabla I.2. Coordenadas del yacimiento Amores

Punto No.	Coordenadas	
	X (m)	Y (m)
I	725000	200000
II	732000	200000
III	732000	197000
IV	728000	197000
V	728000	198000
VI	725000	198000
VII	725000	200000

La zona de Los Naranjos esta ubicada en el municipio de Baracoa en la provincia de Guantánamo, hacia la parte Noreste del macizo montañoso Moa-Baracoa, a unos 35 Km. del poblado Baracoa

Las coordenadas Lambert donde se encuentra ubicado el yacimiento Los Naranjos se pueden ver en la Tabla I.3.

Tabla I.3. Coordenadas del yacimiento Los Naranjos

Punto No.	Coordenadas	
	X (m)	Y (m)
I	726500	198800
II	727000	198800
III	726500	199000
IV	727000	199000

Esta zona se encuentra ubicada en la hoja cartográfica 5277-II Cayo Guín a escala 1:50000.

El área se encuentra enclavada dentro de 36 hectáreas, existe un terraplén de acceso en buen estado que parte del yacimiento Amores, a una distancia de 7 Km.

I.2-Características geológicas de la región.

Yacimiento Mercedita

La región esta ubicada en el macizo ultrabásico Moa – Baracoa, en el complejo Ofiolítico del mismo nombre, donde afloran los diferentes complejos de esta asociación, en general este bloque carece de un estudio geológico detallado. Los trabajos con mayor detalle están relacionados con los yacimientos, manifestaciones y puntos de mineralización de cromitas y intemperismo ferroniquelíferas.

Existen levantamientos geológicos regionales realizados por Adanovich y Nagy en el 1963 y otros en 1976.

El sector de los trabajos está enmarcado dentro del área de levantamiento geológico regional a escala 1:50000 CAME – Guantánamo realizado por el polígono Cubano – Húngaro. Además se realizaron por el grupo del IGP conjuntamente con los compañeros de la brigada del cromo, para la realización del tema 401-12 geología de los yacimientos cromíferos con evaluación pronóstico.

En la asociación ofiolítica Moa-Baracoa con sus cuatros complejos, la distribución de ellas es irregular, producto de la posición alóctona de las ofiolitas y en los diferentes

Monografía

movimientos ocurridos posteriormente a su emplazamiento que afectaron no solo a la asociación, sino también a la estructura circundante, como son las secuencias del arco volcánico Cretácico.

Los cuerpos cromíticos se relacionan espacialmente a las rocas duniticas y dunito enstatíticas y hasta con algunas variedades de gabroide. Los cuerpos minerales tienen formas lenticulares y yacen en su mayoría de forma concordante con las rocas de caja, con buzamiento suave ofreciendo estructura de semiformes y natiformas, como en los yacimientos de Amores y Mercedita respectivamente.

Las estructuras que presentan las menas son masivas, densamente diseminadas y diseminadas. Los puntos de mineralización se relacionan con los cúmulos ultramáficos, este complejo aparece intensamente tectonizado formando bloques irregulares limitados por filas de diferentes intensidades y edad.

Aparece un amplio desarrollo de los complejos cumulativos ultramáficos y máficos, además de aparecer, los complejos efusivos superiores, ellos en general, afloran en forma irregular con un marcado predominio de los inferiores.

El contacto entre los complejos es generalmente tectónico, aunque entre el cumulativo y el máfico es a veces muy claro y se expresa significativamente su transición en algunos lugares. El complejo cumulativo en general está constituido por dunitas enstatíticas, harzburgitas, dunitas plagioclásicas trocolitas, gabros olivinicos, noritos y gabro noritas, las que se intensifican irregularmente en formas de capas o lentes de variadas dimensiones, con características propias en cuanto a composición y cantidad en las diferentes regiones del macizo.

Yacimiento Los Naranjos

Este yacimiento se encuentra ubicado en el macizo ultrabásico Moa – Baracoa.

Los cuerpos minerales en el yacimiento se encuentran enmarcados fundamentalmente dentro de una camisa de dunitas, estos cuerpos y sus rocas encajantes se encuentran muy agrietadas.

El buzamiento de las capas y la mineralización es suave con dirección nordeste.

Las reservas minerales se encuentran distribuidas en dos niveles, en el primer nivel se encuentran los cuerpos 1 y 2 compuestos por menas masivas, densamente diseminadas y diseminadas.

Monografía

En el segundo nivel se encuentran los cuerpos 3 y 4 compuesto por menas masivas, densamente diseminadas y diseminadas.

El buzamiento de las capas y la mineralización tienden al Noroeste, este buzamiento es suave, generalmente en algunos casos pudiera ser más abrupta debido a la compleja tectónica del lugar.

Los cuerpos cromíticos se relacionan especialmente a las rocas duníticas y dunitas enstatíticas.

Los cuerpos minerales tienen formas lenticulares y yacen en forma concordante con las rocas de caja, con buzamiento suave. La textura que presentan las menas son variadas, masivas densamente diseminadas y diseminadas. La variedad de cromo espinelas que originan las minas es la cromopicotita y raramente la consonita.

En el yacimiento B-32, encontramos el cuerpo # 1, el cual desde el perfil II hasta la parte central del perfil VIII (pozos PE-1, PC-65, y PE-3) es un tipo notable de cromita flotante o fragmentaria en cortezas de intemperismo que aparece debido a la destrucción de cuerpos in situ y que en el proceso de la laterización y movimiento de las cortezas lateríticas han quedado en estas como eluvio – deluvios, donde aparecen a veces bloques fracturados de menas masivas hasta una fracción fina de la mena con algunas mezclas de laterita.

La región está ubicada en el macizo ultrabásico Moa – Baracoa perteneciente a la asociación ofiolítica presentada por 4 complejos bien definidos.

El interior (ultramáfico metamorfizado) contiene principalmente harzburgitas, dunitas, wherlitas y iherzolitas todas con alto grado de tectonismo.

El tercer complejo representado por diabasas, y el último, el cuarto nivel corresponde a los basaltos tholíticos. La distribución de ellos es irregular, producto a la posición alóctona de las ofiolitas, por los diferentes movimientos ocurridos posteriormente a su emplazamiento que afectaron a su vez a las estructuras circundantes como son las rocas del arco volcánico del cretácico.

Monografía

Yacimiento Amores

La estructura general de este yacimiento es sin forma, además aparecen fallas posteriores, que originan bloques que forman a su vez graben y herstes.

Los cuerpos minerales se encuentran distribuidos en dos niveles, en el primer nivel se encuentran los cuerpos que están compuestos por menas diseminadas y muy diseminadas, estos cuerpos se extienden en profundidades hasta 70 m. En el segundo nivel se encuentran los cuerpos compuestos por menas de impregnación densa con profundidades entre 70 y 150 m aproximadamente.

Los cuerpos minerales se caracterizan por tener formas de pequeñas lentes alargadas y en forma de nidos. La mayoría de ellos se caracterizan por presentar variaciones bruscas tanto por el buzamiento como por el rumbo. Estos cuerpos se inclinan ligeramente hacia el Noroeste, con buzamiento suave (30° - 40°).

La forma geométrica que presentan los minerales, pueden considerarse como convencional, ya que los mismos pueden presentar en la realidad formas más complejas.

Tectónica: El área del yacimiento está representada por el complejo acumulativo ultramáfico, el que a pesar de la complejidad disyuntiva se presenta como una estructura sin forma, esta sin forma se hunde al Norte con un ángulo que varía desde 25° hasta 45° , Hacia el Sur, es estrecha, alcanzando la amplitud de sólo 2 Km., mientras que al Norte se amplía hasta 3,5 Km. La parte Oeste del sinclinal, donde se encuentran las antiguas canteras 3 y 4, presentan una inclinación más suave, es decir, menos abrupta que varía entre 25° – 40° . El flanco Oeste presenta una inclinación aproximadamente de 30° .

Ambos flancos están complicados por numerosas fracturas, así como por pequeños pliegues, debido fundamentalmente a la plasticidad de las ultramafitas serpentinizadas durante el emplazamiento. Las dislocaciones fundamentales que incluso cierran en dirección NO en el Oeste y NE en el flanco Este, al Norte aparece una falla que acorta la estructura y que al parecer tiene relación con la desaparición de la mineralización y es la que se encuentra perpendicularmente a las fallas de los flancos, esta pasa por el límite Norte de la antigua cantera 5.

La estructura general del yacimiento se caracteriza por fallas posteriores que originan bloques y estos a su vez grabens y horsts.

Monografía

Hacia el Norte después de la mencionada falla, existe un bloque levantado donde afloran los gabros. Estos tienen contactos tectónicos con los cúmulos ultramáficos, típicos de los cúmulos máfico.

I.2.1-Geología de los yacimientos.

Yacimiento Mercedita

Las primeras menciones sobre presencia de minas cromíferas las iniciaron los geólogos norteamericanos entre los años 1901 y 1905. La mayoría de los yacimientos y manifestaciones cromíticas fueron descubiertos a partir de 1903-1957.

Durante los años del 55 al 58 se hizo un estudio en un grupo de yacimientos por una compañía norteamericana, en este grupo está incluido el yacimiento Mercedita. Durante los años 1963- 1965 se realizó la exploración orientativa del yacimiento. En los años del 78 al 82 se realizó la exploración detallada por perforaciones de pozos y de socavones.

El campo menífero de cromita Mercedita-Yarey aflora en el límite Sur del bloque ofiolítico Moa-Baracoa en el contexto de las ultramafitas con los gabros. En este contacto tectónico se localizan las manifestaciones y puntos de mineralización en una extensión de 13 Km. y una anchura de 11,5 Km. en la parte central y de 2,3 a 4 Km. en los extremos Este y Oeste.

En la región de estudio se desarrollaron los cúmulos ultramáficos y máficos fundamentalmente. La parte baja corresponde a los cúmulos ultramáficos y se subdivide en tres paquetes de determinada composición petrográfica. La parte inferior del primer paquete de los cúmulos ultramáficos aflora al Norte de la región y está prácticamente cubierta por la corteza de intemperismo, no conociendo su composición.

La parte media que le sigue es prácticamente harzburgitas con dunita y dunitas enstatíticas. Las primeras se desarrollan en formas de paquetes finos como camisas alrededor de los cuerpos de cromitas o como pequeñas capas con límites imprecisos, hacia la parte superior del corte se observan zonas de mayor enriquecimiento de ortopiroxenos llegando casi a ortopiroxenitas pero de pequeño espesor y además de una longitud variable entre las dunitas y las harzburgitas.

Después de este paquete aumenta la presencia de dunitas en las cuales se pueden diferenciar claramente los cristales de cromoespinelas.

Los cuerpos de cromitas conocidos en este paquete (yacimientos Mercedita y la Melba) se asocian a la parte superior y están representados por una serie de cuerpos lenticulares

Monografía

de un espesor de 10-15 m y una longitud de 1,3 Km. El límite superior de este gran paquete no es preciso y se traza condicionalmente por la aparición de dunitas masivas. Su espesor productivo es de aproximadamente 150m y el del dunítico varia entre 350 y 600m.

El segundo paquete está representado por intercalaciones de harzburgitas y dunitas, con una cantidad subordinada de enstatita, así como dunitas y ortopiroxenitas olivínicas y poco frecuentes capas de ihorzolitas.

Los horizontes productivos tienen un espesor de 50-60m. El tercer paquete se caracteriza por tener una estructura homogénea y da fin al corte cumulativo en esta región. En este horizonte no se observan acumulaciones de cromitas de interés industrial, el espesor varió de 50-200m (Informe final del tema 401-II del grupo de cromo del IGP).

Para la región oriental de Cuba hasta el presente han sido elaborados diferentes esquemas de la zonación estructuro-facial, la cual dificulta en cierta medida la ubicación de una determinada región en el marco geológico regional, así como su adecuada caracterización.

En la región oriental de Cuba existe una gran variedad litológica, lo que hace su estratigrafía muy compleja.

En general podemos decir, que las diferencias entre los tipos de estructura de las menas solamente se reducen a las proporciones cuantitativas entre mineral metálico y no metálico.

La estructura predominante es la masiva, pudiéndose observar densamente diseminadas y diseminadas, que transicionan a la primera predominantemente, fueron observadas texturas de cristalización y cataclástica, esta última según las observaciones microscópicas pueden ser producto de la tectónica que han sufrido la cromita del yacimiento.

Los minerales no metálicos se pueden presentar en forma intersticial, bordeando los granos de cromita y atravesándolo, las menas masivas presentan entre un 25 y 40 % de material intersticial, encontrándose en las grietas e intersticios cloritas, carbonatos, granate, crisotilo fino enbetillas y minerales de las serpentinas “Informe de exploración detallada de la mina Mercedita,”.

Monografía

El yacimiento Mercedita se encuentra en una zona de gran actividad tectónica postmineral y las dislocaciones están representadas por zonas de fragmentación y agrietamiento abierto, tanto en las rocas encajantes, como en los cuerpos minerales.

El máximo exponente de esta tectónica es la falla regional sublatitudinal Jaragua, relacionada con la información de una zona amplia de fracturación.

En dependencia de los movimientos tectónicos el campo mineral está dividido en cinco bloques: el primer bloque se encuentra en la parte noroccidental del área, y en el mismo se encuentra el cuerpo mineral 5.

El segundo bloque está limitado por las fallas que pasan entre los lentes 5 y 3 y la falla que nos separa el lente 3 del 1, en este bloque, se encuentra el cuerpo 3.

El tercer bloque o central está limitado por la falla que pasa a lo largo del río Jaragua y están los cuerpos 1, 7 y 8.

El cuarto bloque comprende la parte Este y comprende los lentes 2 y 6.

El quinto bloque se localiza en el flanco Sur y en el mismo se localizan los acuíferos de los lentes 1 y 7, en este bloque los cuerpos buzan abruptamente con ángulos de 40-80° al Sur y ascenso escalonado de los bloques tectónicos.

Según el emplazamiento de ubicación espacial de los lentes nos da la idea de estar en presencia de un mismo cuerpo mineral dislocado por movimientos tectónicos posteriores a su emplazamiento. Los lentes 1, 3, 4 y 5 forman un solo cuerpo, que constituye el principal. En este cuerpo se ha concentrado el grueso de las reservas minerales detectada hasta la fecha. El mismo se extiende por el rumbo a lo largo de 200-250 m y por el buzamiento por más de 600m, su potencia media es de 6,6 m, posee forma lenticular.

Las menas en general, están compuestas por Cr_2O_3 , SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , FeO , y MgO . El contenido de cromo oscila entre 31,02-32,54 % y el de sílice entre 4,57-6,4 %, siendo los promedios del yacimiento 31,74 y 5,29 % respectivamente.

El cuerpo 7 yace sobre el cuerpo 1 con una separación entre 30-35 m y en ocasiones menores. Su extensión por el buzamiento es de 300 m y por el rumbo de 110 m. Este cuerpo hacia su flanco noroccidental no ha sido contorneado.

El cuerpo 8 yace bajo el nivel principal. Su extensión por el buzamiento es de 30 m y por el rumbo de 105 m. Su flanco suroccidental no ha sido contorneado y sólo fue cortado por dos pozos con una potencia de 2,5 y 0,5 m.

Monografía

En los cuerpos minerales se localizan intercalaciones tanto de dunitas como de peridotitas y gabros con potencias muy variables que en ocasiones pueden afectar grandemente tanto la extracción como la calidad del mineral.

Yacimiento Los Naranjos.

En la zona Norte de la región está enmarcado el yacimiento MB-2. Geológicamente el área del yacimiento está representada por la parte baja del complejo cumulativo representado por dunitas, harzburgitas y dunitas enstáticas, esta secuencia es en general la más perspectiva para la mineralización cromítica de contenido industrial. Esta secuencia forma ritmo irregular donde se alternan las rocas señaladas, con un marcado predominio de las dunitas enstáticas. Las piroxenitas aparecen en concentraciones transicionales entre las harzburgitas y las dunitas enstáticas.

Es notable la poca alteración de las rocas en los ríos y cañadas, así como en las rocas de los pozos que se encuentran a poca profundidad.

Las capas independientes alcanzan un espesor desde cm hasta un metro, en general la parte baja de la zona cumulativa es potente alcanzando hasta 5 m. de espesor cada uno, especialmente las dunitas.

Esta zona es la continuación de la banda de mineralización de Amores. En ella aparecen litologías similares, al igual que la ritmicidad de las capas y la mineralización tienen características parecidas en cuanto a su posición en el corte.

I.3– Clima de las regiones.

Mina Mercedita

Nuestra isla por la posición geográfica que ocupa en el Caribe, se encuentra en una zona tropical, es azotada por diferentes eventos meteorológicos como son ciclones, huracanes, frentes fríos, etc.

El promedio histórico de la temperatura máxima media anual es 26.8°, habiéndose comportado de forma semejante en el período de análisis.

De forma general las temperaturas en invierno oscilan entre (24°-30°) y en verano entre (30°-35°).

Los vientos tienen una dirección predominante del nordeste con una velocidad promedio de 6,9 Km./h. Las precipitaciones alcanzan gran parte del año alrededor de 240 a 270 días. Los meses más lluviosos son octubre y noviembre, los que se consideran

Monografía

relativamente lluviosos son Febrero - Marzo y Julio - Agosto. Las precipitaciones atmosféricas alcanzan de 2300-2700 mm por año.

Mina Amores

El clima en esta región es subtropical. La división de temporadas de lluvias y secas es muy característica para esta región. La temporada de lluvia aunque se acentúa más en los meses de Octubre- Febrero se extienden todo el año.

En el periodo de lluvia estas tienen principalmente el carácter de chubascos, pero en el invierno es más característica las lluvias de varios días de duración, anualmente caen precipitaciones aproximadamente durante 240 – 270 días. La cantidad de precipitaciones es de 2000 – 15000 mm por año.

El régimen de temperatura para esta zona prácticamente es estable para todo el año, en invierno el promedio es de 24^o a 30^o, en verano es de 30^o a 35^o durante el día, por la noche en el invierno las temperaturas entre el día y la noche llegan de 10^o a 12^o.

Mina Los Naranjos

El clima es subtropical, húmedo en los dos periodos lluviosos; de Mayo a Julio y de Septiembre a Noviembre, con un promedio anual de precipitación de 3200 mm.

La temperatura media anual en el verano es de 30^o a 32^o y en el invierno de 20^o a 22^o.

I.4- Hidrografía.

Mina Mercedita

Las condiciones hidrogeológicas de esta región dependen fundamentalmente de factores orohidrográficos, meteorológicos y otros.

Todos los ríos corren hacia el Norte y desembocan en el Océano Atlántico.

Los ríos existentes son:

río Jaragua

río Piloto

río Loro

río Yarey

La arteria acuífera principal dentro de los límites del yacimiento es el río Jaragua que corta el depósito mineral, y su gasto es aproximadamente de 1,1 m/s.

Todos los ríos mencionados anteriormente son afluentes del río Jaguani.

Monografía

En la actualidad el agua con que se abastece la mina proviene de una micropresa ubicada aproximadamente a 1 Km. de la misma, en la cota 321, el agua es enviada a la mina por tubería, utilizando para su transportación la propia fuerza de gravedad.

Existen dos horizontes acuíferos: de peridotitas y las dunitas con agua hidrocarbonatadas y cloradas magnesianas ligeramente ácidas y ácidas respectivamente.

Mina Amores y Los Naranjos

La red fluvial en la zona de trabajo es amplia, se encuentra representada por los ríos Báez y Los Naranjos y sus afluentes, en su nacimiento tienen forma detrítica y en su curso superior próximo a la desembocadura presenta una red sub. – paralela.

El río Báez es típico de montaña con valles en forma de V, el mismo tiene un ancho de 10 a 15 m. y las corrientes son rápidas.

La división de las temporadas de lluvias y seca es muy característica para esta región, la temporada de lluvia se acentúa más en los meses de Octubre y Febrero.

I.5- Relieve.

Mina Mercedita

Debido al carácter de desarticulación, el relieve de la región pertenece al medio montañoso. El territorio está en los límites de las cuchillas de Moa, macizo montañoso Sagua - Baracoa.

La mayor cota es de 800 m. siendo las predominantes de 500-600 m.

Mina Los Naranjos

El sector se encuentra morfológicamente en el borde Sur de la meseta homónima ocupando gran parte de la ladera, con escorrentía altamente abrasiva, con un patrón tectónico de orientación SSW –SW, el corte erosivo dentro del área es de unos 230 m, las pendientes en los diferentes rangos calculado no asociable a determinada morfología, son abundantes las pendientes altas de $+ 36^{\circ}$ en la parte superior de la meseta y cercano a los bordes las pendientes bajan de 2° a 4° , contraste que es susceptible a deslizamientos de suelos en terrenos friccione y cohesivos friccione.

Monografía

Mina Amores

En esta mina el corte erosivo es de unos 270 m, es poco diferenciado por el desmembramiento general del relieve debido a su posición en la cuenca del río Báez, canalizado por un afluente de orden 4 con una alta escorrentía superficial de primer y segundo orden, razón por la cual la morfología general es difusiva con predominantes valles en V cerrada en los valles de orden inferior y V abierta en las márgenes del afluente de 4^{to} orden. Las pendientes predominantes son de 4^o y 9^o en el centro de los valles y las llanuras de inundación, cambiando con relativa brusquedad hacia las cimas relícticas, al final de las márgenes, a pendientes de 18^o a 36^o, para terminal en las pequeñas partes de aguas en pendientes de 9^o a 18^o. En ese sector la morfología puede ofrecer algún riesgo en las construcciones que se hagan encima de los bordes de las elevaciones relícticas que posean una gruesa capa de materiales friccionantes o en los pies de los taludes debidos a posibles deslizamientos de suelos, por la amplitud de los valles en su fondo las inundaciones no son excesivamente peligrosas.

I.6.- Estudio del macizo rocoso.

En este acápite solamente por su importancia hablaremos de la mina Mercedita, tratando de hacer un resumen del trabajo (Chacon, 1990) .

Las rocas del macizo rocoso de este yacimiento se clasifican como rocas duras y semiduras, la valoración ingeniero geológico de estas rocas depende de formas decisiva del agrietamiento de las mismas, ya que de ello determina la solidez, la estabilidad y la deformación de las rocas, en su interacción con la obra. El agrietamiento, conjuntamente con otras dislocaciones tectónicas, caracterizan la estructura del macizo rocoso y determina la anisotropía espacial de sus propiedades.

Para este yacimiento es característico la presencia de grietas de separación primaria (de contracción, por el enfriamiento de las rocas magmáticas), o sea, no tectónicas, las cuales están dispuestas en forma perpendicular y paralela a la superficie de enfriamiento de las magmáticas.

Las grietas se extienden en diferentes direcciones, que determinan la posición espacial de las superficies y zonas de debilitamiento. Para el área de la mina se detallan los valores generales del agrietamiento. El agrietamiento de las rocas caracteriza no sólo su solidez y deformación, sino también determina la acuosidad, la higroscopicidad, la

Monografía

permeabilidad al agua y a los gases. De esa forma la intensidad del agrietamiento determina la profundidad de penetración de los agentes del intemperismo, el régimen de temperatura del macizo rocoso, la profundidad de la potencia de extracción durante el proyecto de obras.

Todas las grietas que se observan en la mina la podemos dividir genéticamente en:

Grietas de origen tectónico

Grietas de origen no tectónico

En la parte del macizo que comprende la mina, aparecen las grietas tectónicas originadas por la influencia de los esfuerzos tectónicos de tracción, los cuales son más representativos en los frentes de extracción de mineral de cromo y los de compresión, presentes en las zonas de extracción y de rocas de caja, influyendo en la entrada de agua a las excavaciones de la mina, por ejemplo, en la galería 6, intercepción de la 3 con la 15. En ambos casos los esfuerzos superan los límites de ruptura de las rocas.

En correspondencia con esto, las grietas tectónicas se dividen en grietas de cizallamiento, formadas por tensiones tangenciales y las grietas de ruptura, originadas por los esfuerzos de tracción.

Las grietas tectónicas de la mina se caracterizan por las siguientes cualidades:

Tienen una resistencia relativamente grande, según su dirección y profundidad. En las cámaras se pueden observar más detalladamente, al igual que en las galerías, donde van interceptando rocas de diferentes composiciones petrográficas.

Tienen una determinada sistematización en la distribución.

Combinación normal de los sistemas de grietas con los elementos tectónicos.(Fallas)

Las grietas de cizallamiento no son fáciles de visualizar, sus superficies son planas y elevadas, formando espejos y surcos de desplazamiento en las rocas a lo largo de las grietas, a lo largo de la grieta, forman sistemas de grietas inclinadas y cruzadas.

Poseen forma regular, por ellas no hay afluencia de agua, ya que tienen poca acuosidad y poca permeabilidad.

En las cámaras, en las zonas de cizallamiento, ocurren deformaciones acompañadas por la exfoliación y el desplazamiento de volúmenes de rocas, después de esta ser debilitadas por la recuperación de los pilares.

Las grietas tectónicas de ruptura, que generalmente aparecen abiertas, tienen como sus principales características las siguientes:

Monografía

Sus superficies son rugosas y quebradas.

Regularmente se encuentran rellenas de materiales que son productos de la meteorización de las dunitas o carbonato de calcio. En la mina por lo regular no están rellenas. Su abertura es de 1 mm o menos, por lo general.

Estas son acuíferas y tienen buena permeabilidad, esto es visible en las galerías 6 (GE-6), por donde salen flujos de agua considerables con baja mineralización, menos de 1 g /l, siendo potable.

La continuidad de estas es menor que la de cizallamiento, se observan a distancias más cortas.

En la mina tenemos la presencia de grietas no tectónicas, representadas por grietas de contracción, productos de las fuerzas internas de compresión o tracción que se desarrollan, las cuales surgieron al disminuir el volumen de las rocas en el proceso de enfriamiento del magma.

En la evaluación general del agrietamiento para el sector de la mina en extracción, se encuentran determinados los tres sistemas fundamentales de agrietamiento para cada galería, debiéndose señalar, que aunque se tienen tres sistemas de agrietamiento esto no determina de una forma decisiva la estabilidad del techo o hastial de la excavación por cuanto esas galerías han permanecidos de una forma estable desde que se construyeron hasta que fue alterado su estado tensional por labores de extracción de pilares.

En cuanto al estado de las grietas en la mina, la característica general, es de que son superficiales ligeramente rugosas, con bordes duros, con aberturas predominantes entre menores de 1 mm hasta 2-3 mm, fundamentalmente sin relleno, cuando existe relleno es material de meteorización de la dunita o carbonato de calcio de consistencia dura.

Por lo general son grietas limpias variando desde discontinuas, onduladas lisas, hasta plana lisa, predominando las segundas ($J_r = 2$) y las grietas rellenas ($J_r = 1$), con relación a la alteración de las superficies lo más característica es la presencia de grietas con paredes sanas ($J_a = 1$) y con ligera alteración ($J_a = 2$).

En la mina con relación al estado de las grietas, como características fundamentales tenemos que predominan las ligeramente rugosas, con aberturas < 1 mm y bordes de blando a duro hasta muy rugosas, discontinuas, sin separaciones con bordes sanos y duros.

Monografía

Para evaluar el espaciado de las grietas en el sector de la mina en explotación se realizaron scam-line. Para caracterizar las dimensiones del mismo se seleccionó un grupo de galerías que son las más importantes en la actualidad y ubicaciones espaciales que no excluyeran zonas importantes, para ello se eligieron las galerías GE-13, GE-15, GE-12 Y GE-6.

El resultado de este trabajo se da en la Tabla I.4.

Tabla I.4. Resumen por galerías del agrietamiento

INDICADORES	G A L E R I A S			
	GE-12	GE-13	GE-15	GE-6
ESPACIAMIENTO MEDIO (e); cm	68	104	8	61
VOLUMEN APROXIMADO DEL BLOQUE; m ³	0,31	1.12	0,94	0,23
TAMAÑO ORIENTATIVO DEL BLOQUE; (Jv)	1,41	2,88	3,19	4,91

En esta mina, con relación a la presencia de agua en las excavaciones, como primer aspecto a destacar, tenemos, que la mina en los niveles de explotación es seca, pero en etapas de lluvia, una parte del agua de escurrimiento se infiltra hacia el interior de la mina, por los sistemas de grietas, como la frecuencia de precipitaciones es alto, pues las excavaciones se mantienen húmedas, lo que facilita y ayuda a que la presencia de polvo sea mínimo y la temperatura en el interior de la mina sea agradable, al actuar como un regulador de la misma. Los volúmenes de agua producto de la infiltración son mínimos. Existen zonas donde la afluencia de agua es mayor, por ejemplo en las zonas de cámaras explotadas y colapsadas donde el macizo rocoso se ha destruido por encima de ellas, estos volúmenes en ocasiones paralizaron la mina; pero en la actualidad estos no tiene posibilidad de ocurrencia, independientemente de que los mismos volúmenes de agua continúan entrando a las excavaciones.

La otra manifestación de la presencia de agua en las excavaciones es por la tecnología, la cual se evacua de las labores de explotación por los sistemas de grietas, manifestándose en las galerías en forma de goteo o de chorro continuo, por ejemplo en la cámara 25.

Monografía

Donde aparecen las grietas rellenas, este es compacto y muy sólido y por lo general no hay afluencia de agua, por lo que el mismo no puede ser arrastrado.

El flujo de aguas a las excavaciones es de menos de 0,5 l/seg., excluyendo a zonas aisladas (GE-6) y la intercepción de la GE-3 con la GE-15.

Podemos concluir, que aunque no deja de ejercer su influencia, la presencia de agua en la mina no es un factor desestabilizador del macizo rocoso.

Las rocas de esta mina son la base sobre las cuales se construyen las obras mineras, además de que se pueden emplear en la construcción. Esto nos obliga a conocer detalladamente sus propiedades y poder predecir con suficiente exactitud, cual será su comportamiento al ser sometida a diferentes cargas. Estas cargas son de diferentes naturalezas (peso propio, fuerzas tectónica, cargas o acciones sísmicas, o el peso de las construcciones).

Para el yacimiento se han realizado solamente las investigaciones de las principales propiedades físicas y mecánicas de las rocas, con el objetivo, de que sirvan de herramientas de trabajo a los ingenieros en la proyección de las obras mineras con fines productivos o de investigación e incluso de defensa.

Entre las propiedades investigadas, para el yacimiento podemos enumerar la resistencia a la compresión, peso volumétrico seco, masa volumétrica saturada, humedad, masa específica, porosidad y otros parámetros que caracterizan la calidad de las rocas. Los resultados se dan en la Tabla 5.

Por lo anteriormente expuesto podemos señalar lo siguiente:

Están definidos tres sistemas fundamentales de agrietamiento para el macizo de esta mina, cuya dirección fundamental de buzamiento es de NW – SE. El índice de diaclasado es $J_n = 9-12$.

Las grietas que predominan son las limpias $J_r = 1-2$.

Las grietas son generalmente sanas o con ligeras alteraciones en sus bordes. $J_a = 1-2$

Las grietas por lo general son húmedas. $J_w = 1$

El valor de RQD es de buena a excelente.

La separación entre grietas es de 0,6-2 m. El tamaño del bloque es medio ($J_v = 2,88-4,91$). Para el índice de densidad de J_v medio, el macizo se evalúa de débilmente fracturado (60-200 cm). El espaciamiento medio es de 61-104 y el volumen de 0,23-1,12 m³

Tabla I. 5. Resultados de las propiedades físico mecánica

Parámetros	T i p o s d e r o c a s				
	Peridotita	Peridotita Serpentinizadas	Dunitas	gabros	Cromitas
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	2,78	2,69	2,69	2,85	3,74
Peso volumétrico húmedo (g/cm ³)	2,71	2,73	2,65	2,67	3,77
Absorción %	0,81	1,53	0,99	0,91	0,93
Humedad %	0,61	0,55	0,59	3,89	0,56
Masa específica g/cm ³	2,72	2,77	2,66	2,91	3,79
Porosidad %	1,82	2,09	2,41	2,06	0,15
Resistencia compresión (kg/cm ²)	739	605	729	733	677
Coefficiente de fortaleza	7,39	6,05	7,29	7,33	6,77

El espaciamiento se evalúa de medio (clasificación ISRM). El espesor del estrato se evalúa de medio (clasificación Deere).

Las grietas por sus aberturas se clasifican de cerradas (1,1-2,5 cm) hasta abiertas (0,5-2,5 cm).

El macizo se evalúa como de buena calidad según el método RMR de Bieniawski. Clase III. Cohesión 3-4 kp/cm² y el ángulo de fricción de 35° -45°.

El método de calculo de las tensiones del macizo rocoso a partir de la teoría de fractura, da al proyectista valores de las tensiones del macizo más cercana a los valores reales.

El macizo rocoso de esta mina es un macizo estable.

Monografía

La galería GE-12 es la obra con condiciones más crítica de estabilidad.

Las cámaras no fallan por sus pilares, sino por el techo, ya que estas están diseñadas con una probabilidad de fallo del 20%.

Los tramos más débiles están relacionados aparte de la tectónica, con las rocas duniticas y los gabros.

I.7-Tipos y usos del suelo.

Mina Mercedita

El suelo del área pertenece a la serie de Nipe. Estos suelos se presentan con un característico color rojo, de vegetación muy propia, con alto contenido de hierro y aluminio, lo que hace que se cataloguen como fersialíticos. Desde el punto de vista minero presentan gran importancia, ya que son grandes fuentes económicas; no siendo así desde el punto de vista agrícola (se utilizan fundamentalmente como suelo forestal) pues son pobres en cuanto a la fertilidad. El espesor de la capa de suelo no excede los 60 cm.

Mina Amores y Los Naranjos

El área de estudio se encuentra ubicada sobre suelos derivados de rocas ígneas ultrabásicas. Estos se presentan pardos sin carbonato fersialíticos amarillentos lixiviados y fersialíticos rojos típico. Pertenecen a la serie Nipe. Estos suelos no presentan gran importancia para la agricultura, por lo que generalmente están cubiertos con vegetación natural más o menos conservadas. Los valores de PH que presentan son medios, raramente se pueden evaluar como ácidos.

I.8- Sismicidad

Mina Mercedita

Existen dislocaciones tectónicas post - minerales, representadas por zonas de fragmentación y agrietamiento, abierto tanto en las rocas encajantes como en los cuerpos mineralizados.

El máximo exponente de la tectónica post - minerales es la falla regional sublatitudinal Jaragua que pasa por el contacto de las hiperbasitas con los gabros, con esta falla está relacionada la formación de una amplia zona de fracturación.

Dentro de los límites del yacimiento se observan dislocaciones tectónicas sin desplazamiento de las menas y las rocas encajantes, esta se manifiesta por la fracturación de las rocas.

Monografía

Una falla característica de este tipo, es la falla que pasa a lo largo del río Jaragua, que participa en la división del yacimiento en bloques. En el yacimiento están presentes además, las fallas inversas con desplazamiento.

La extensión de la falla es submeridional con el buzamiento al Este - Sudeste.

Esta es una dislocación post - mineral de grandes dimensiones que dejó sus huellas sobre las rocas y cuerpos minerales vecinos, con esta dislocación se pueden relacionar las fallas visibles de órdenes más alto, se destacan en el sector de trabajo el agrietamiento abierto en diferentes direcciones con huellas de fricción por planos de fallamiento, las cuales hacen visibles las rocas encajantes y los cuerpos minerales.

Dentro de los límites del yacimiento se observan dislocaciones tectónicas sin desplazamiento de las menas y de las rocas encajantes, estas se manifiestan por la fracturación de las rocas con una potencia de unos centímetros.

El agrietamiento de las rocas se encuentra por todas partes, las grietas tienen distintos elementos de yacencia variando desde suaves hasta el buzamiento abrupto (70-85).

I.9- Fuentes de energía.

Mina Mercedita

En cuanto a la fuente de suministro podemos decir que en la actualidad la mina se alimenta de una planta diesel .

Mina Amores

En esta mina existe una minihidroeléctrica que da energía al taller de reparaciones mecánica y al albergue de trabajadores.

Mina Los Naranjos

En esta mina no existe abastecimiento de energía.

I.10- Característica de las Labores Mineras.

El yacimiento Mercedita se explota desde el año 1981 por el método subterráneo, con perspectivas de continuar su explotación por este mismo método. En la etapa de exploración geológica del yacimiento este fue aperturado por medio de tres socavones que fueron contribuyendo inicialmente en las labores de exploración geológica y posteriormente a la explotación de los cuerpos minerales.

Para la explotación de este yacimiento se ha utilizado un método de clase I con la zona de arranque abierta según la clasificación de Ogosshkov, ya que las rocas son de buenas calidad y fortaleza, este método empezó de forma experimental y hasta la actualidad

Monografía

permanece, en el cual se utilizaron dos variante, la primera que se aplicó, fue la de cámara y pilares con arrastre y después con contrapozos de colada con winche scraper.

El yacimiento Amores en esto momento no se está explotando, sólo existe el socavón por donde se iniciaron los trabajos de exploración geológica.

El yacimiento Los Naranjos se explota a cielo abierto.

I.11-Descripción general del medio biótico.

Mina Mercedita

El área se encuentra ubicada dentro del parque “Alejandro de Humbolt”, y la misma es de un alto interés de conservación florística del país. La flora y la fauna constituyen para cualquier país una fuente de riquezas, por lo que es necesario cuidarla y protegerla de una manera racional, por el importante papel que pueden jugar en la economía y la vida del pueblo. La vegetación que encontramos es de bosques tropicales latifolios mántanos y submontanos compuestos por pluvisilvas de montaña y verdaderas. En esta zona encontramos las pluvisilvas de montañas a una altura de (300-600) m. Esto aparece como un monte verde con una altura aproximada de 30m.

La vegetación y la fauna que tenemos en el área del yacimiento se pueden ver en las Tablas I. 6 y I. 7.

Mina Amores y Los Naranjos.

La vegetación del área se agrupa en, natural, siendo bosques tropicales de baja altitud (<400 m), submontanos y mántanos. Tiene un amplio desarrollo en correspondencia con las condiciones climáticas, que están representadas por pluvisilva verdaderas, que se encuentran en los valles de los ríos que desembocan en las costa Norte de esta región, este tipo de vegetación es vigoroso, alcanzan alturas de hasta 40 m, consta de numerosas especies de helechos arborescentes, mirtáceas y melastomatáceos, presencia de vegetación epítífica abundante y muy variada.

Esta región se encuentra situada en un paisaje terrestre considerado, como de alta significación para la conservación de la naturaleza con posibles designaciones científicas (refugio de flora y fauna).

La vegetación y la fauna que tenemos en esta región se pueden ver en las Tablas I. 8 y I.9.

Tabla I.6. Vegetación existente en el yacimiento Mercedita.

Nombre común	Nombre científico
Acana	Manilkara Emarginata
Achotillo	Sloanea cieratillifolia
Almácigo	Bursela Simaruba
Ateje	Cordia Collococa
Almendro	Laplacea Moaensis
Ayua Blanca	Zantoxilum Cubense
Baria	Cordia Collococa
Caoba	Swietenia Mahogani
Canelón	Ocotea cuneata
Cedro	Cadrella Mejicana
Cuya	Dipholis Cubensis
Chicharroncillo	Hiperbana Cubensis
Dágame	CalycophylmCandissimum
Evano Carbonero	Diospyros Crassinervis

Guao	Comodadia Crassinervis
Helecho Arbol	Cyathea Arbórea
Jiquí	Pera Polilepsis
Mamoncillo	Melicoca Bijuga
Ocuje	Calophyllum Antillanum
Pino	Pino Cubensis
Yamagua	Guarea Guara

Tabla I.7. Fauna existente en el yacimiento Merceditas

Grupo zoológico	Nombre común	Nombre científico
Aves	Carpintero verde	Xiphidiopicus Percussus
	Sinsonte	Mimus Polielotto
	Totí	Dives Atroviolaceus
	Zunzún	Chorostilbon Ricorbil
	Paloma Rabiche	Zenaida Macrouva

Monografía

	Tojosa	Columbina Passerina
	Cotorra	Amazona Leucucephal
Reptiles	Lagartija de Cresta	Anolis Homolechis
	Majá de Santa María	Picrates Angulifar
	Lagartija	Anolis Sacrei
	Chipojo	Anolis Ecuestris
Insectos	Grillo	Saltamontes
	Abejas	Apis Meliferas
Anfibios	Rana Toro	Rana Catesbiana
	Rana Platanera	Osteopillus septentrionalli
	Sapo Timbalero	Peltophryne Peltoccephala
Escorpiones	Alacrán Colorado	Rephalurus Juncus
Arácnidos	Viuda Negra	Lathodectus Mactans
	Araña Peluda	Phormitupus Cubensis

Tabla I.8. Vegetación existente en los yacimientos Amores y Los Naranjos.

Nombre común	Nombre científico
Acana	Manilkara Emarginata
Achotillo	Sloanea cieratillifolia
Almácigo	Bursela Simaruba
Ateje	Cordia Collococa
Almendro	Laplacea Moaensis
Ayua Blanca	Zantoxilum Cubense
Baria	Cordia Collococa
Caoba	Swietenia Mahogani
Acacia	Acacia bucheri
Cedro	Cadrella Mejicana
Cuya	Dipholis Cubensis
Chicharroncillo	Hiperbana Cubensis
Dágame	CalycophylmCandissimum
Evano Carbonero	Diospyros Crassinervis

Monografía

Guao	Comodadia Crassinervis
Helecho Arbol	Cyathea Arborea
Jiquí	Pera Polilepsis
Mamoncillo	Melicoca Bijuga
Ocuje	Calophyllum Antillanum
Pino	Pino Cubensis
Yamagua	Guarea Guara

Nombre común	Nombre científico
Azulejo	Tabieraia oblongifolia
Caimitillo	Chaysephyllum oliniforme
Caguairan	Copaifera humenecfolia, morie
Candón	Ecotea cuneata
Cedro hembra	Cedrela adorata
Guayacán Negro (palo santo)	Guaracum officinale
Jaguey común	Ficus popiloides

Jatia	<i>Ptylosylon barasiliensis</i>
Juba prieta	<i>Dipholiss jubilla</i>
Majagua	<i>Hibrescus elatus</i> , S.W
Najesis	<i>Carapa guanensis</i> , ambe
Nogal	<i>Juglans ensularis</i> , Gris
Palo bronco	<i>Malpighia cricle</i>
Ubilla	<i>Coceoloba-costata</i>
Yaba	<i>Laplacea moensis</i>

Tabla I. 9. Fauna existente en los yacimientos Amores y Los Naranjos

Grupo zoológico	Nombre común	Nombre científico
	Carpintero verde	<i>Xiphidiopicus Percussus</i>
	Sinsonte	<i>Mimus Polielotto</i>
	Totí	<i>Dives Atroviolaceus</i>
	Zunzún	<i>Chorostilbon Ricorbil</i>
	Paloma Rabiche	<i>Zenaida Macrouva</i>
	Tojosa	<i>Columbina Passerina</i>
	Cotorra	<i>Amazona Leucucephal</i>
	Aura	<i>Catares aura</i>
	Arriero	<i>Saurofhera merlini</i>

Aves	Azulejo	
	Bijirita guanera	Dentroica s.p.
	Bijirita chica	Dentroica s.p.
	Bijirita trepadora	Dentroica s.p.
	Bobito grande	Contopus carieus
	Bobito chico	Contopus carieus
	Cartacuba	Todus multicolor
	Cernicalo	Falco sparverius
	Cotunto	Gymnoglaus lawrenci
	Cao	Corrus narsicus
	Chinchiguaco	Quicalus niger
	Garza ganadera	Bulbucus ivis
	Guaraguo	
	Gavilán de monte	Buteo jamaicensis
	Judío	Crotophaga ani
	Pitirre abejero	Tyrannus s.p.
	Paloma aliblanca	Zenaida asiatica
	Perico	Aratinga euops
	Querequete	Chordeiles gundlachii
	Lechuza	Tito alba
	Sijú platanero	Glaucidium siju
	Tomeguin del pinar	Tiaris canora
	Torcaza	
	Tocororo	Priotelus tembleus
Zorzal real	Turdus plumbleus	

Grupo zoológico	Nombre común	Nombre científico
Reptiles	Lagartija de Cresta	Anolis homolechis
	Majá de Santa María	Epycrates angulifer
	Lagartija	Anolis Sacrei
	Chipojo	Anolis equestris
	Camaleón azul	Anolis allisonii
	Culebra ciega	Typhlops lumbricalis
	Jubo prieto	Alsophis cantherigerus
	Jubo pinto	Alsophis cantherigerus
	Largato rayado	
	Iguana	Cyclura nubila
Insectos	Grillo	Achita assimiles
	Abejas	Apis melifera
	Avispa	Polistes s.p.
	Abeja de tierra	Melipona s.p.
	Bibijagua	Atta insularis
	Tábano	Tabanuss.p., stenotubanus
	Mosquito	Culex s.p., Anopheles s.p.
	Guasasa	Drosophila s.p.
	Saltamontes	
	Chicarra	Uhleroides sagreana
	Hormigas	
	Luciérnagas	
	Limas	
	Sacristán	
	Escarabajos	
	Libelulas	Lecthemis vesiculosa
	Comegén	Nasutitermis costalis
	Chinche de monte	Loxa s.p.
	Nigua	

Monografía

	Roedores	
	Garrapatas	
	Moscas	Musca domestica

Grupo zoológico	Nombre común	Nombre científico
Anfibios	Rana Toro	Rana catesbiana
	Rana Platanera	Osteopillus septentrionalli
	Sapo Timbalero	Peltophryne peltoccephala
Escorpiones	Alacrán	Rhopholurus junceus
	Ciempiés	
Arácnidos	Viuda Negra	Lathrodictus mactans
	Araña Peluda	Phormitopus cubensis
Peces	Biajaca	Herichthys(cichlasoma)tetracantha
	Dajao	Agonostoma monticula
Crustáceos	Camarón	Macrobrachium s.p.
	Camaróncito saltarín	Siphocaris s.p.
	Cangrejos	Grapsus grapsus
	Jaibas de río	Epilobocera cubensis
Moluscos	Polimitas	Polymitas s.p.
	Caracoles	

CAPITULO II. PRONOSTICO AMBIENTAL

II.1- Breve descripción de las unidades mineras.

La unidad minera Las Mercedita se compone por una planta de beneficio (Zaranda), un taller donde se encuentra la planta eléctrica, los compresores y el campamento minero, todos situados a la izquierda del río Jaragua, también componen la unidad minera, una minihidroeléctrica y la mina, situadas en la parte derecha del citado río. La ubicación de los objetos se da con relación al sentido de la corriente del agua del río Jaragua.

La mina Las Mercedita está situada en las cuchillas del Toa, donde prevalecen altas montañas con grandes pendientes, es necesario también destacar que por el río Jaragua siempre hay corrientes de agua en todas las estaciones del año.

La unidad minera Amores se compone de una minihidroeléctrica, de un socavón de 250 m de longitud, de un taller de reparación mecánica, de un área que sirve de depósito de mineral y de un campamento minero. En estos momentos los trabajos de extracción de cromo en esta unidad no se están realizando, además por encima del socavón que se utilizaba para la extracción de mineral (aproximadamente a 80 m), se encuentra un socavón y unas series de canteras abandonadas hace muchos años.

Todos estos objetos se encuentran ubicado en la margen izquierda del río Báez tomando como orientación el sentido de la corriente de agua del río.

La unidad Los Naranjos se compone en estos momentos de la mina a cielo abierto y de una caseta donde duermen trabajadores de la mina. En su cercanía se encuentra el río Los Naranjos.

II.2- Caracterización de acciones que provocan impactos ambientales.

En el estudio del impacto ambiental (Es.IA) se determinan las acciones o procesos que intervienen en el desarrollo evolutivo de la mina y las posibles afectaciones al medio ambiente, permitiendo determinar los daños ya causados o predeterminar futuras afectaciones que ocurrirán, además nos lleva a establecer criterios para valorar los impactos ambientales.

Cuando se comienza a ejecutar el proyecto, el sistema mayormente afectado es el físico. La mayoría de las veces los efectos físicos primarios generan efectos sobre los otros medios, fundamentalmente sobre el biótico y socioeconómico, cuando no generan por sí mismo, efectos sobre los otros medios, pueden considerarse terminales o finales.

Las acciones son las causas que desencadenan el impacto, y se miden semicuantitativamente de acuerdo a su magnitud y flujo. En el caso que nos ocupa, las causas que ocasionan u ocasionaron los impactos son evidentes y comenzaron en el momento exacto en que el hombre comienza a actuar sobre los medios. (Chiu, 1996)

Estas acciones se dividen en dos: La exploración geológica y la explotación minera. Cuando la primera da resultados técnicos - económicos factibles, comienza la explotación minera. (Chiu, 1996)

La actividad minera es bastante devastadora en todos sus aspectos, por lo que si no se toman medidas adecuadas podemos provocar un caos en la interrelación naturaleza - sociedad y estaríamos propiciando nuestra propia desaparición.

II.2.1 - Características de la exploración geológica.

La exploración geológica son los trabajos dirigidos a la determinación de los elementos de yacencia, la calidad, la cantidad, las características de la mena y rocas de caja y las condiciones de laboreo. Los trabajos de exploración pueden ser divididos en dos estadios, de acuerdo con el grado de detalle y de estudio del yacimiento, exploración orientativa y detallada.

La exploración geológica comenzó en el yacimiento Mercedita con la construcción de caminos de forma mecanizada, para llegar hasta donde se comenzó a laborear el socavón de exploración, donde se perforan los taladros en diferentes direcciones para determinar la posición y características del cuerpo mineral.

En estos momentos la exploración geológica que se hace es la de explotación, es decir, que desde las excavaciones laboreadas se perforan taladros para seguir estudiando las características del cuerpo mineral.

En el yacimiento Amores de igual forma se comenzó la exploración geológica con la construcción de caminos de forma mecanizada para llegar hasta donde se comenzó a laborear el socavón de exploración, donde se perforan los taladros en diferentes direcciones para determinar la posición y característica del cuerpo mineral.

En el yacimiento Los Naranjos se determinaron la posición y característica del cuerpo mineral desde la superficie.

Monografía

II.2.2 - Características de la explotación minera.

Se llama explotación minera, a los trabajos mediante los cuales se extraen los minerales útiles desde excavaciones subterráneas o desde la superficie, con el objetivo de satisfacer los parámetros económicos.

La mina Mercedita es un yacimiento que se explota por el modo subterráneo, por el método de cámaras y pilares, el proceso de extracción comprende la etapa de perforación y voladura, extracción y transporte del mineral hasta la planta de beneficio.

Los principales sectores de explotación se ubican en el Sudoeste y comprenden las cámaras 26 y 27. Se están preparando las condiciones para la explotación de la cámara 28 y 29.

La fuente de energía principal es la eléctrica, la cual se genera actualmente desde una planta eléctrica móvil. También existen compresores de aire que utilizan como portador energético el diesel y la corriente de agua.

La actividad minera comenzó por el laboreo del socavón M-1 y una serie de galerías que posibilitan el acceso de personal y materiales a los distintos frentes de trabajo para la realización de las labores mineras.

El escombro se realiza también de forma mecanizada, localizándose dos escombreras de dunitas, una en áreas de la mina y otra en la Zaranda.

Atendiendo a que los cuerpos cromíticos son homogéneos el volumen de escombro es pequeño.

La mina Amores es un yacimiento que se explota por modo subterráneo. Sólo se realizó un socavón que tiene aproximadamente una longitud de 250 m., en estos momentos no se está trabajando en esta mina. Para la extracción del mineral y la roca de caja, se realizaba por perforación y voladura, luego se extraía el mineral y se transportaban a la Zaranda que se encuentra en el poblado de Punta Gorda Abajo.

La mina Los Naranjos es un yacimiento que se explota por el modo a cielo abierto.

II.3 División de las unidades mineras en zonas impactadas.

Mina Mercedita:

En este trabajo se divide la unidad minera en 7 zonas fundamentales, de ellas las 5 primeras son unidades antrópicas y las 2 restantes son naturales.

Zona #1: Mina.

Zona #2: Minihidroeléctrica.

Monografía

Zona #3: Campamento minero.

Zona #4: Taller de compresores de aire y generación de energía eléctrica.

Zona #5: Zaranda.

Zona #6: Pendientes escarpadas.

Zona #7: Cauce del río Jaragua.

La zona #1 comprende la boca del socavón principal M-1, el polvorín, la escombrera de dunitas situada en la margen derecha del río Jaragua, según su curso próximo a la boca del socavón M-1, taller de tornería y soldadura y el área que ocupa el deslizamiento.

La zona #2 se compone de la minihidroeléctrica y dos compresores de aire.

La zona #3 está constituida por el campamento minero, este consta de dos naves de madera, un baño y una nave de mampostería terminada y una en construcción. Esta área encierra dentro de las naves de madera los albergues donde descansan los mineros, comedor, almacén de víveres, enfermería, cocina y la dirección.

La zona #4 se compone de un taller que consta de dos compresores de aire y generación de energía eléctrica a través de una planta que utiliza como portador energético el diesel.

La zona #5 está representada por la Zaranda, donde se clasifica el mineral de forma manual en dependencia de su color, peso y tamaño, además de la presa de cola, el patio inferior donde se encuentra la otra escombrera de dunitas y se almacena el cromo fino y el patio superior donde se deposita el rajón de cromo, que es el que se comercializa.

La zona #6 está representada por un deslizamiento de la ladera de una montaña localizada a unos 200 m de la boca del socavón principal M-1 en dirección río arriba.

Según los estudios realizados en este trabajo, determinamos que esta clase de movimiento es del tipo de deslizamiento traslacional. Llamase deslizamiento a la masa de roca que se ha deslizado o se desliza cuesta abajo por la vertiente o talud, por el efecto de la fuerza de gravedad, presión hidrodinámica, fuerzas sísmicas y de otra índole. La formación del deslizamiento es el resultado del proceso geológico deslizante, que se manifiesta en dislocaciones verticales y horizontales de las masas de rocas como consecuencia de la alteración de su estabilidad y equilibrio.

En específico, en los deslizamientos traslacionales, la masa de terreno se desplaza hacia fuera y abajo, a lo largo de una superficie plana o más o menos ondulada con pequeños movimientos de rotación. Comúnmente el movimiento de la masa deslizada hace que

Monografía

esta quede sobre la superficie original de terreno, estos están controlados por discontinuidades (fallas, estratificación, etc.) influyendo la variación de la resistencia al corte entre estratos de diferentes naturaleza, diferentes grados de meteorización, distintos tipos de discontinuidades, etc. Generalmente se desarrollan en macizos rocosos, con discontinuidades bien marcadas.

El progreso de este deslizamiento tiende a ser indefinido, siempre que la inclinación de la superficie de deslizamiento sea lo suficientemente grande y la resistencia al corte inferior a las fuerzas desestabilizadora.

Movimientos de este tipo se localizan también a la orilla de los caminos realizados para la exploración geológica, los cuales se construyeron sin tener en cuenta la superficie del terreno. “Manual de Ingeniería de Taludes “.

Para el análisis de la zona #7 se debe partir del hecho que el río Jaragua es un río típico de montaña, situado en las cuchillas del Toa. El valle de este río es del tipo cañoniforme.

El perfil del río está formado por medio del derrubio de su cauce en unos tramos, en este río se pueden distinguir los tramos de aplanamiento, así como los tramos de inclinación abrupta.

Estas particularidades del perfil longitudinal del río son de gran importancia ingeniero – ecológico, permiten imaginar cierta estructura geológica del valle y como se sabe, en la formación de los valles fluviales las erosiones de fondo y laterales son de gran importancia. La erosión de fondo se manifiesta en la erosión del cauce fluvial, en la penetración profunda de la corriente fluvial en el fondo, mientras que la erosión lateral se pone de manifiesto en el derrubio y desgaste de las orillas y en el laboreo del valle en el ancho en general. (Lomtadze, 1983).

Mina Los Naranjos.

Esta mina no se dividió en zonas impactadas; sino se verá, como una sola zona de origen antrópico.

Mina Amores:

Esta mina se dividió en 7 zonas fundamentales, de ellas las 6 primeras son unidades antrópicas y la restante es natural.

Zona #1: Mina.

Zona #2: Minihidroeléctrica.

Monografía

Zona #3: Campamento minero.

Zona #4: Taller de reparaciones mecánica.

Zona #5: Minas abandonadas.

Zona #6: Depósito de mineral.

Zona #7: Cauce del río Báez.

La Zona # 1: Comprende la boca del socavón, de una tolva que servía como almacén del mineral extraído, de una pequeña nave de bloque y de un camino que va hasta el socavón.

La Zona #2: Comprende la minihidroeléctrica, que está en una pequeña nave y al lado hay una antigua nave, que al parecer era un antiguo taller y un camino que llega hasta ella.

La Zona #3: Comprende el campamento minero, este consta de 5 naves, 4 de ellas de maderas y una de bloque. En esta área está, la cocina- comedor- almacén, los albergues y la oficina, además de los baños y la letrina y una nave abandonada que era un círculo social para los trabajadores.

La Zona #4: Se compone de un taller mecánico que tiene una nave principal para el mantenimiento automotor, una pequeña casa donde se despachan el petróleo y el aceite. Además se encuentra una nave que sirve como un pequeño almacén de piezas que no tienen utilidad.

La Zona #5: Se compone por una serie de minas a cielo abierto y un socavón abandonado, que se encuentra en la parte superior de las zonas # 1 y 2.

La Zona #6: Es una plazoleta que se encuentra entre las zonas # 4 y la 7 y en él se deposita el mineral de Los Naranjos.

Para el análisis de la Zona #7, se debe partir del hecho que el río Báez es un río típico de montaña. El valle de este río es del tipo cañoniforme.

El perfil del río está formado por medio del derrubio de su cauce en unos tramos y de acumulación de material friable en otros. En este río se pueden distinguir los tramos de aplanamiento, así como los tramos de inclinación abrupta. Estas particularidades del perfil longitudinal del río son de gran importancia ingeniero- ecológica, ya que permiten imaginar cierta estructura geológica del valle y la evolución de los procesos erosivos en algunos tramos.

Monografía

En esta zona también analizamos un arroyo que pasa cerca del campamento minero (Zona # 3), es decir, tomando el sentido de la corriente del agua del río y del arroyo, el primero pasaría a la derecha y el arroyo por la izquierda.

II.4–Identificación de los factores del medio, susceptibles a recibir impactos y grados de ocupación del sistema actual.

Los factores ambientales susceptibles a recibir impactos son los siguientes: agua, relieve, suelo, vegetación, fauna, aire, equilibrio ecológico, nivel de vida y explotación racional de los georrecursos. Además, se estableció el grado de ocupación del sistema actual determinándose seis grados:

Grado 0: Sistema ambiental virgen

Grado 1: Sin alteración de la estructura del sistema.

Grado 2: Transformación estructural en el sistema.

Grado 3: Transformación estructural parcial.

Grado 4: Transformación estructural total.

Analizando en la mina Mercedita el grado de ocupación actual de las zona 6 y 7 que son unidades naturales, podemos considerar que las mismas han sufrido una transformación estructural parcial (grado 3) y las antrópicas (zonas # 1, 2, 3, 4 y 5) han sufrido una transformación estructural total (grado 4).

Analizando el grado de ocupación actual de la mina Los Naranjos, que es una unidad antrópica, podemos considerar que la misma ha sufrido una transformación estructural total (grado 4).

Si analizamos las 7 zonas en que se ha dividido la mina Amores, vemos que las zonas de origen antrópico (zonas # 1, 2, 3, 4, 5 y 6), han sufrido una transformación estructural total (grado 4), y la restante (zona # 7), ha sufrido una transformación estructural parcial grado 3.

II.5- Análisis cualitativo del impacto ambiental en las unidades antrópicas y naturales. Mina Mercedita

Se pasa a realizar el análisis de las 5 unidades antrópicas.

Zona #1 - Mina.

Producto de la explotación minera y el gran espacio abierto mantenido durante largo tiempo propició a que se produjera el derrumbe masivo en 1987 de las cámaras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11 y 12 y producto del reacomodamiento de las rocas en el subterráneo, apareció en la superficie un hundimiento en la ladera al norte del lente 1. Luego se recuperó el pilar de seguridad del cuerpo mineral (lente 1) que limitaba a éste con la ladera de la montaña y esto provocó el deslizamiento de la ladera de la montaña donde se había observado el hundimiento anteriormente. Este deslizamiento no ha alcanzado su equilibrio total.

Toda esta masa rocosa cayó encima del lecho del río, obligándolo a soterrarse y que parte de este entrara por la mina. Producto de ello se construyó un socavón de desagüe, por la que sale un efluente, compuesto por el agua del río Jaragua que entra a la mina y las aguas subterráneas que salen de esta con los gases diluidos producto de la explosión, petróleo y aceite producto de la reparación y limpieza de los equipos que se utilizan dentro de la mina, etc, todas estas aguas se reincorporan al río Jaragua.

En la escombrera situada en las márgenes del río Jaragua y muy cerca de la boca del socavón principal M-1 se vierte todo el escombros formado por dunitas y peridotitas, cayendo estos directamente al río Jaragua. Cuando aumenta el caudal del río de forma natural, las rocas de la escombrera son acarreadas por la corriente de agua por todo el cauce del río. Cabe destacar que en esta zona no existen baños sanitarios, ni dentro ni fuera de la mina, por lo que los mineros se ven obligados a hacer sus necesidades fisiológicas más urgentes, en cualquier parte de la superficie y los mismos son arrastrados al río en la etapa de lluvia.

En resumen de lo antes expuesto, en esta zona se puede observar un gran deslizamiento, el que aún a pesar del tiempo no se ha podido regenerar. Esto acabó con toda la flora y la fauna que pertenecían al área deslizada, tanto terrestre como acuática. Además de ello, se observan una gran cantidad de rocas de grandes dimensiones en el cauce del río Jaragua. Los desechos metálicos del taller de tornería y soldadura son tirados en cualquier parte de la superficie aledaña al mismo o directamente al río, alterando con

Monografía

ello el paisaje y los componentes del río. La no presencia de baños trae consigo que todos los microorganismos y sustancias dañinas que salen en la excreta humana pasen directamente a la corriente de agua y alteren el olor en el ambiente y dañen el ordenamiento ecológico.

Zona #2 - Minihidroeléctrica.

En estos momentos la minihidroeléctrica no está trabajando debido fundamentalmente al deterioro de la instalación, por lo que no hay riesgo de contaminación por hidrocarburos. En esta zona se produjo una alteración total en el ordenamiento ecológico, en la composición del suelo y las aguas del río Jaragua, además de deslizamientos producidos por la construcción de plataformas donde se construyó la minihidroeléctrica y también a causa de un camino minero que se construyó para la construcción del socavón de exploración M-3.

Zona #3 - Campamento minero.

En esta zona los baños carecen de fosa séptica, por lo que las aguas albañales pasan directamente al río alterando así la composición de las aguas, caso similar sucede con la cocina.

En la actualidad se construye un nuevo campamento minero, con mejores condiciones de vida, donde se contempla la construcción de fosas sépticas, trampas de grasa y el tratamiento secundario por infiltración con lecho invertido.

Zona #4 - Taller de compresores de aire y generación de energía eléctrica.

Aquí se produce toda la energía eléctrica que se consume en la unidad minera a través de una planta eléctrica móvil que utiliza como portador energético el diesel. Este taller al no tener zanja de desagüe, todo el petróleo y aceite que se bota producto de negligencias y salideros de equipos, va directamente al suelo, y al no existir trampas de grasa, esta pasa al río Jaragua. El ruido producido por la planta y compresores, trajo consigo la desaparición de aves y demás animales que tuvieron que emigrar a zonas más tranquilas. Todo ello en su conjunto trajo grandes daños en el equilibrio ecológico y la composición de las aguas y el suelo.

Zona #5 - Zaranda.

En esta zona existe una escombrera de dunitas, ubicada en la terraza inferior, de la que en el proceso de beneficio, los desechos pasan a ser relleno para la ampliación de dicha terraza y mejoramiento de la carretera. En la terraza superior se almacena el material de

Monografía

como que se comercializa, en esta parte se produce la carga de los camiones que trasladarán el cromo hacia Punta Gorda o a la planta de beneficio Cayo Guán. En esta zona existe un baño que carece de fosa séptica. La tolva de recepción del fino (< 20 mm) no recibe material por defectos, lo que hace que éste se almacene en una pila ubicada en la terraza inferior. Toda el agua que acompaña a este material corre por una pequeña zanja natural arrastrando las partículas más pequeñas hasta una presa de cola no terminada, la que no cumple función alguna, ya que los muros de la misma son de piedra y las partículas finas pasan a través de los orificios directamente al río.

Todo esto causa daños en el equilibrio ecológico, en las aguas del río Jaragua y el suelo, la construcción de terrazas afecta al relieve y provoca la destrucción de la flora y la fauna así como afectaciones al paisaje, etc.

Zona #6 - Pendientes escarpadas.

Producto de la construcción de caminos para la exploración geológica y terrazas para la fijación y cimentación de los objetos de obra sin tener en cuenta la topografía del terreno, se producen constantemente pequeños deslizamientos que unido al gran deslizamiento analizado anteriormente en la zona #1 Mina, traen como consecuencia daños al relieve, al suelo, a la flora, a la fauna así como daños en el ordenamiento ecológico.

Zona #7 - Cauce del río Jaragua.

La actividad erosiva que se desarrolla principalmente a lo largo del cauce y las orillas resultan inherentes al río. En el período cuando el caudal del río y nivel son de estiaje (tiempo de seca) y en el tiempo de lluvia, la corriente fluvial viene concentrada en la parte más profunda del cauce. En los períodos de riadas a consecuencia del aumento considerable del nivel y del crecimiento del caudal, la corriente fluvial llena todo el cauce del río. Precisamente en estos períodos de elevación considerables del nivel, el crecimiento del caudal y el aumento de la velocidad de la corriente del río, la erosión se desarrolla en máximo grado, sobre todo lo que contribuye al desgaste intensivo, bruscamente progresivo de las orillas y rocas que se encuentran en el paso del río. Los procesos erosivos no ocurren solamente en los períodos de riadas sino también a los niveles de estiaje, a caudales y velocidades menores de agua, no obstante, en estos períodos sus ritmos van demorados salvo los tramos constituidos por las rocas que se remojan y se derrumban fácilmente. (Lomtadze, 1983)

Monografía

Como resumen señalamos que en la zona #1 - (Mina) en que el valle del río es cañoniforme y el cauce tiene una gran sinuosidad, deben de existir en el futuro deslizamientos producto de la erosión del río, al estar situado en las cuchillas del Toa donde existen montañas con grandes pendientes.

Mina Amores

Ahora realizamos el análisis de las 6 zonas antrópicas en la que hemos dividido esta mina.

Zona #1: Mina.

En estos momentos en esta zona no se está trabajando, pues no se está extrayendo mineral de esta mina, el impacto que se ve es del relieve, ya que se tuvo que hacer un camino para llegar al socavón y una pequeña plataforma para construir una pequeña nave y la tolva. Además en esta zona no hay letrina para que los obreros hagan sus necesidades fisiológicas, cuestión que se tiene que tomar en cuenta para cuando se active de nuevo esta mina, pues esta zona esta cerca del río Báez y todo los desechos van a parar a él.

Zona #2: Minihidroeléctrica.

Aquí tenemos que destacar la correcta utilización del agua, la cual se utiliza para generar energía eléctrica, suministrada a la misma desde una pequeña presa.

Desde el punto de vista del impacto negativo sobre el medio, existe el ruido que se produce y el movimiento de tierra que se tuvo que hacer para construir la pequeña nave de madera de la minihidroeléctrica y de una nave abandonada que servía como taller mecánico y el camino que se hizo para llegar a ella.

Zona #3: Campamento minero.

Una de las naves que existen en el campamento es utilizada para que los obreros se bañen y hagan sus necesidades fisiológicas, las letrinas no tienen fosas sépticas, y el agua de los baños y de la cocina van directamente al río Báez.

Zona #4: Taller de reparaciones mecánica.

En este taller existen dos rampas para reparaciones de los equipos y hacer el cambio de aceite, una de ellas, la que esta fuera de la nave principal, no tiene trampa de grasa, aunque la tubería de desagüe de esta rampa está tupida por tierra que tienen los tubos. En la otra rampa se ha construido una trampa de grasa, utilizando un tanque de 55 galones, observándose derrame de aceite en el suelo de esta nave. Donde los obreros se

Monografía

lavan las manos, también se hizo una trampa de grasa con un tanque de 55 galones, pero por la parte que sale el agua, esta sale acompañada de aceite. En la nave donde se despacha el petróleo y el aceite, también se observan derrames de los mismos en el suelo. En la orilla del camino se ven depositada piezas en desuso, neumático, etc.

Zona #5: Minas abandonadas.

En la zona del yacimiento Amores existen una serie de minas a cielo abierto abandonadas, además de un socavón que se encuentra en una cantera abandonada que tiene el número 2, fundamentalmente todas estas minas causan un impacto visual, es decir, que han dañado el relieve, por tanto han afectado el paisaje, en algunos lugares se están produciendo pequeños deslizamientos y en otros se están produciendo pequeños derrumbes. En estas zonas la capa vegetal es muy pequeña y se pudo observar que el piso y las paredes de todas las canteras son de rocas duniticas y no se observa que existe una regeneración del medio biótico, por tanto se puede decir que en todas estas zonas donde se encuentran las canteras abandonadas existe una gran degradación.

Zona #6: Deposito de mineral.

El impacto fundamental de esta zona es en el relieve, pues se hizo un explanado en la cual en este momento se almacena el mineral que se extrae de Los Naranjos lo que trae consigo que en época de lluvia el cromo fino vaya al río Báez que está a un lado, además vimos depositada fuera de esta zona, que se almacena una pila de mineral fino de cromo refractario con alto contenido de hierro, que en tiempo de lluvia debe irse arrastrando hacia el río Báez. Esta área está limitada por el camino al taller de reparaciones mecánicas y el río

Zona #7: Cauce del río Báez.

El río Báez desemboca en las proximidades de la playa Maguana, que es parte del polo turístico de Baracoa. Como se ha señalado, las aguas de este río están siendo dañadas por la falta de tratamiento de las aguas albañales y del agua de la cocina-comedor que lleva consigo grasas y desechos orgánicos, también hay que destacar que el taller de reparaciones mecánicas daña también este río, por las grasas que se derivan, desechos metálicos y neumáticos.

Mina Los Naranjos.

Al hacer el análisis de esta mina lo hacemos desde el comienzo del camino que está en la cercanía del taller de reparaciones mecánicas y del depósito de mineral. Aquí se hizo

Monografía

incorrectamente una cantera de préstamo que no se explotó de forma adecuada, dañando el paisaje de esta zona rocosa.

Tenemos que decir que el camino minero que va desde la mina Amores hasta la mina Los Naranjos es peligroso, pues en muchas zonas tiene grandes pendientes y otras son fangosas, además no tiene guarderas para proteger a los camiones de no caer por las laderas de las montañas, es decir, que se tienen que mejorar las condiciones del mismo en mucho tramos de la vía. En la zona cercana a la mina existen muchos caminos hechos por la Empresa Forestal y de Exploración Geológica.

En esta mina solamente hay una caseta donde duermen los CVP y dos operadores de los equipos.

Aunque el proyecto de explotación no está en la unidad, hemos detectado los siguientes impactos ambientales, todos con una influencia negativa al medio.

Se eliminó la pequeña capa de suelo vegetal que existía en la zona y no se tuvo en cuenta la precaución de preservar el mismo.

No existe un depósito para enterrar los desechos sólidos.

Se lavan los utensilios de cocina y los platos en un pequeño arroyo que pasa por la cercanía sin existir una trampa de grasa, ni de los desechos sólidos.

No existen baños para realizar las necesidades fisiológicas, ni bañarse, esto último se hace en el arroyo, lo primero en la floresta.

Existe una gran cantidad de poli espuma por la zona (este es un material no degradable), el mismo es arrastrado cuando llueve hacia el río Naranjo

No se replantean los barrenos por topografía, ubicándose por experiencia del operador de la perforadora y de un ingeniero de minas. Pensamos al no poder ver el proyecto de explotación que las cargas de sustancias explosivas a los barrenos también se haga por experiencia.

No se clasifica el mineral y tienen que trasladar todo el mineral acompañado de cierta cantidad de estéril para el depósito de la mina Amores y luego transportarlo para la Zaranda de Punta Gorda Abajo, esto trae consigo un gasto extra de combustible y de desgaste de los camiones, además aumenta la posibilidad de accidentes.

Tenemos que expresar que el pequeño arroyo que pasa por el yacimiento tributa sus aguas al río Los Naranjos, que es afluente del río Toa.

Monografía

El plano topográfico no está muy claro, ya que se han actualizado diferentes etapas de la mina en el mismo plano y no existe claridad en la forma actual de la mina y debe ser de difícil interpretación para realizar la reconstrucción o rehabilitación de dicha zona.

II.6-Análisis semicuantitativo del impacto ambiental en las unidades antrópicas y naturales.

En este tópico se determina de forma semicuantitativa los impactos surgidos o que surgirán como consecuencia de la construcción de una obra y predecir la naturaleza de las interacciones de las obras, actividad o proyecto - entorno, es decir, de las relacionadas entre las acciones del proyecto y los factores del medio. Para la ejecución de esta etapa se elaboraron dos matrices. (Chiu, 1996)

La matriz de importancia de los impactos ambientales, en las que interaccionan los factores ambientales y las acciones en las diversas fases. (tabla II.1, II.2, II, 3)

La matriz de importancia del impacto por unidades antrópicas y naturales y los tipos de ocupación, en la que interaccionan dichas unidades y tipos de ocupación con las acciones en las diversas fases. (tabla II.4 y II.5)

Se aclara que en este trabajo se han realizado las dos matrices para las minas Mercedita y Amores y para Los Naranjos se realizó sólo la primera.

La metodología que se utiliza para la evaluación de cada impacto es presentada a continuación:

Este procedimiento permite evaluar impactos desde diversas perspectivas y obtener una semicuantificación global del impacto, ponderando impactos positivos y negativos y poder analizar la importancia de los mismos.

En nuestro trabajo utilizaremos 6 criterios que son:

La naturaleza

La intensidad

La extensión

El momento en que se produce

La persistencia

La reversibilidad

Ahora pasaremos a explicar cada uno de los criterios utilizado.

Monografía

Naturaleza (N): Este impacto se valora en términos cualitativos y se califica en función del bienestar o perjuicio a la comunidad y al medio ambiente y se clasifica a continuación:

Beneficioso: (+)

Perjudicial : (-)

Intensidad (I): Es la profundidad de los cambios que se producen en los factores ambientales y se clasifican a continuación:

Baja (B)= 1

Media (M)= 2

Alta (A)= 4

Muy alta (MA)= 8

Total(T)= 16

Extensión (E): Es el área que cubre el efecto del impacto y puede ser:

Puntual (P)= 1

Parcial (Pa)= 2

Extenso (Ex)= 4

Total (T)= 8

Critico (C) ≥ 8

Momento en que se producen (M): Es el tiempo en el cual se manifiesta el impacto y puede ser:

Largo plazo (LP)= 1

Medio plazo (MP)= 2

Inmediato (In)= 4

Critico (C) ≥ 4

Persistencia (P): Es la duración del impacto y puede ser:

Fugaz (F)= 1

Temporal (Te)= 2

Pertinaz (Pe)= 4

Permanente (Per)= 8

Reversibilidad (R): Es el plazo o posibilidad en que se recuperan los efectos de los impactos y pueden ser:

Corto plazo (CP)= 1

Monografía

Medio plazo (MP)= 2

Largo plazo (LP)= 4

Irreversible (Ir)= 8

Irrecuperable (Irr)= 20

Para determinar la ponderación de los impactos (I_p) se ha considerado que la intensidad y la extensión son los principales y los mismos se han multiplicado por 3 y 2 respectivamente, ya que la extensión representa el área de influencia del impacto, y por la otra la intensidad muestra la profundidad de los cambios que se producen en los factores ambientales y los otros criterios se han preferido sumarlos al resultado obtenido anteriormente. Como se ve esta ponderación expresa la importancia del efecto de una acción sobre el factor ambiental (sea componente o unidad), y para tal fin se utilizó la siguiente fórmula:

$$I_p = 1 * (3I + 2E + M + P + R)$$

Analizando lo anteriormente expuesto, podemos plantear que valor máximo, medio y mínimo de la ponderación de los impactos pueden tener los siguientes valores:

Valor máximo = 96

Valor medio = 34

Valor mínimo = 8

Por lo tanto se puede plantear que la valoración integral cualitativa sobre la base de los resultados semicuantitativos de la ponderación de los impactos ambientales se puede también expresar de la siguiente manera:

Fuertes ≥ 65

Moderados $> 20 < 65$

Leves ≤ 20

En la tabla II.6 se dan todos los criterios para determinar los impactos en las matrices utilizadas.

II.7- Análisis de los resultados.

Mina Mercedita

Atendiendo a los resultados obtenidos en las matrices realizadas anteriormente, se puede afirmar que el factor más dañado es el agua, causado fundamentalmente por las actividades que se realizan cotidianamente durante la explotación minera; aunque esta acción causa impactos positivos en cuanto a la elevación del nivel de vida.

Otros factores naturales que se ven bastante afectados son el relieve, el suelo y la vegetación, producido fundamentalmente en la etapa en que se desarrolló la exploración geológica. Esta acción también causa impactos positivos elevando el nivel de vida.

El resto de los factores naturales reciben impactos medios y pequeños a causa de las acciones antes analizadas.

Dentro de las zonas que conforman la unidad minera tenemos que las zonas antrópicas que más daños causan al ecosistema son la #1 (Mina), la #3 (Campamento minero) y la #5 (Zaranda). De las zonas naturales tanto la #6 (Pendientes escarpadas) y la #7 (Cauce del río Jaragua) se ven afectadas por las acciones, aumentando considerablemente los impactos negativos al medio ambiente.

Minas Amores y Los Naranjos

Atendiendo a los resultados obtenidos en las matrices realizadas anteriormente, podemos señalar que los factores más dañados en la mina Amores son el suelo, la vegetación, el relieve, el equilibrio ecológico y el agua. En la mina Los Naranjos los factores más dañados son el suelo, el relieve, la vegetación, la fauna y el equilibrio ecológico.

Dentro de la zona que conforma la unidad minera Amores tenemos que las zonas antrópicas que más daños causan son la # 5 (Minas abandonadas), la # 3 (Campamento minero), la # 6 (Depósito de mineral) y el # 4 (Taller de reparaciones mecánicas), además se ve que la única zona natural que existe es la # 7 (Cause del río Báez) y está afectada por todas las demás zonas antrópicas.

Tabla II.6 Caracterización de los impactos

SIGNO	+ impacto positivo	- Impacto negativo
Intensidad (I) (Destrucción)	Baja (B)	1
	Media (Me)	2
	Alta (A)	4
	Muy Alta (MA)	8
	Total (T)	16
Extensión (E) (Area de influencia)	Puntual (P)	1
	Parcial (Pa)	2
	Extenso (Ex)	4
	Total (T)	8
	Critico (C)	≥8
Momento (M) (Momento en que se produce)	Largo Plazo (LP)	1
	Medio Plazo (MP)	2
	Inmediato (In)	4
	Critico (C)	≥4
Persistencia (P) (Permanencia del efecto)	Fugaz (F)	1
	Temporal (Te)	2
	Pertinaz (Pe)	4
	Permanente (Per)	8
Reversibilidad (R) (Reconstrucción)	Corto Plazo (CP)	1
	Medio Plazo (MP)	2
	Largo Plazo (LP)	4
	Irreversible (Ir)	8
	Irrecuperable (Irr)	20
Importancia (Ip) (Valoración que nos da una especie de ponderación)	± 1(3I+2E+M+P+R)	

Tabla III. Análisis cualitativo y semicuantitativo del impacto sobre los factores naturales de la mina Merceditas

Factores naturales	Impactos específicos	Caracterización del impacto											
		Exploración geológica						Explotación minera					
		I	E	M	P	R	Ip	I	E	M	P	R	Ip
Agua	Alteración en el río Jaragua.	M	Pa	In	Pe	MP	-20	T	Ex	In	Pe	LP	-68
Relieve	Cambio en la topografía e inestabilidad	MA	Ex	In	Per	Ir	-52	A	P	In	Pe	Ir	-34
Aire	Contaminación por gases y polvo.	A	Ex	MP	F	CP	-24	A	Ex	MP	Pe	CP	-27
Suelo	Perdidas totales de suelo.	MA	T	In	Pe	LP	-52	B	P	LP	F	LP	-11
Vegetación	Degradación total de la vegetación.	MA	Ex	In	Pe	LP	-44	M	P	MP	Te	LP	-16
Fauna	Dstrucción del hábitat de las especies, perdida de la diversidad y corrientes migratorias,	M	Ex	In	Pe	LP	-26	A	Pa	In	Per	LP	-32
Equilibrio ecológico	Alteración del flujo de energía, materia e información.	M	Ex	In	Per	LP	-30	M	Pa	In	Per	LP	-26
Nivel de vida	Aumenta la oferta de empleo y actividades que propician un aumento del nivel de vida.	A	Pa	MP	Pe	MP	+24	MA	Pa	MP	Pe	MP	+36
Explotación racional de los georrecursos	Perdidas de energía no convencional y recursos naturales (dunitas).	B	P	LP	F	CP	-8	A	Pa	MP	Pe	LP	-26

Monografía

Tabla II.4 Análisis cualitativo y semicuantitativo de los impactos ambientales por unidades antrópicas y naturales en el área de influencia de la mina Merceditas.

Zonas	Tipos de Ocupación	Antro- pica	Natu- ral	Exploración geológica						Explotación minera					
				I	E	M	P	R	Ip	I	E	M	P	R	Ip
Mina	Boca del socavón			-	-	-	-	-	-	B	P	MP	Te	CP	-10
	Escombrera			-	-	-	-	-	-	MA	P	In	Per	Ir	-46
	Taller de tornería y soldadura	X	-	-	-	-	-	-	-	M	P	MP	Per	LP	-22
	Deslizamiento			-	-	-	-	-	-	MA	E	In	Per	LP	-48
Minihidroeléctrica	Minihidroeléctrica y compresores	X	-	-	-	-	-	-	-	A	P	In	Per	LP	-30
Campamento minero	Campamento minero		-	-	-	-	-	-	-	MA	Pa	In	Per	LP	-44
Taller de compresores de aire y generación de energía eléctrica	Taller de compresores de eléctrica	X	-	-	-	-	-	-	-	A	P	In	Per	LP	-30

Monografía

Zaranda	Escombrera			-	-	-	-	-	-	-	A	P	MP	P	LP	-24
	Plazoleta inferior	X	-	-	-	-	-	-	-	-	A	P	In	Per	LP	-30
	Plazoleta superior			-	-	-	-	-	-	-	M	P	MP	Per	LP	-22
	Presa de cola			-	-	-	-	-	-	-	MA	Pa	In	Per	LP	-44
Pendientes escarpadas	Deslizamiento de la orilla de los caminos y terrazas	-	X	MA	E	LP	Per	LP	-45	M	Pa	LP	F	LP	-16	
Cauce del río Jaragua	Cauce del río Jaragua	-	X	B	P	LP	F	LP	-11	A	P	LP	Pe	LP	-27	

Tabla II.2. Análisis cualitativo y semicuantitativo del impacto sobre los factores naturales de la mina Amores

Factores naturales	Impactos específicos	Caracterización del impacto											
		Exploración geológica						Explotación minera					
		I	E	M	P	R	Ip	I	E	M	P	R	Ip
Agua	Alteración en el río Báez y alteración del que tributa al río Báez.	M	P	In	Per	MP	-18	MA	Ex	In	Per	MP	-41
Relieve	Cambio en la topografía e inestabilidad	B	P	MP	Per	Ir	-23	A	Ex	In	Per	Irr	-52
Aire	Contaminación por polvo.	B	Pa	In	Pe	MP	-17	M	Pa	In	Pe	Cp	-19
Suelo	Perdidas totales de suelo.	M	Pa	In	Per	Ir	-30	MA	Ex	In	Per	Irr	-64

Monografía

Vegetación	Degradación total de la vegetación.	M	Pa	In	Per	Ir	-30	MA	Ex	In	Per	Irr	-64
Fauna	Dstrucción del hábitat de las especies, perdida de la diversidad y corrientes migratorias.	B	Pa	MP	Per	Ir	-23	MA	Pa	In	Per	Ir	-44
Equilibrio ecológico	Alteración del flujo de energía, materia e información.	B	Pa	MP	Pe	LP	-15	MA	Pa	In	Per	Ir	-48
Nivel de vida	Aumenta la oferta de empleo y la actividad que propician un aumento del nivel de vida.	B	Pa	MP	Pe	LP	+17	MA	Pa	MP	Pe	LP	+20
Explotación racional de los georrecurso	Utilización de la energía no convencional.	B	Pa	MP	Pe	LP	+17	M	Pa	MP	Per	LP	+24

Tabla II.5. Análisis cualitativo y semicuantitativo de los impactos ambientales por unidades antrópicas y naturales en el área de influencia de la mina Amores.

Zonas	Tipos de Ocupación	Antro- Pica	Natu- ral	Exploración geológica						Explotación minera						
				I	E	M	P	R	Ip	I	E	M	P	R	Ip	
1. Mina	Boca del socavón, nave de bloque, tolva y cami-no.	X	-	-	-	-	-	-	-	-	B	P	MP	Te	CP	-10
2. Minihidroeléctrica	Minihidroeléctrica, nave abandonada y camino.	X	-	-	-	-	-	-	-	-	B	P	In	Pe	Ir	-21
3. Campamento mine- nero	Baños, letrinas, cocina, comedor y dormitorio.	X	-	B	P	MP	Te	MP	-11	MA	Pa	In	Per	LP	-44	
4. Taller de reparacio- nes mecánicas	Taller de reparaciones mecánicas	X	-	-	-	-	-	-	-	A	P	In	Per	LP	-30	
5. Minas abandona- das	Minas abandonadas	X	-	-	-	-	-	-	-	MA	Pa	In	Per	Irr	-60	
6. Deposito de mine- ral	Deposito de mineral	-	X	-	-	-	-	-	-	A	P	In	Pe	Ir	-34	
7. Cauce del río Báez	Cauce del río Báez	-	X	B	P	LP	Te	MP	-10	MA	Pa	In	Pe	LP	-40	

Tabla II.3. Análisis cualitativo y semicuantitativo del impacto sobre los factores naturales de la mina Los Naranjos

Factores naturales	Impactos específicos	Caracterización del impacto											
		Exploración geológica						Explotación minera					
		I	E	M	P	R	Ip	I	E	M	P	R	Ip
Agua	Alteración del arroyo que pasa por el yacimiento.	B	P	LP	F	CP	-8	MA	Pa	LP	Pe	LP	-37
Relieve	Cambio en la topografía.	M	Pa	In	Pe	LP	-20	T	Ex	In	Per	Ir	-76
Aire	Contaminación por polvo y gases.	M	Pa	In	F	CP	-16	MA	Pa	In	Te	LP	-38
Suelo	Perdidas total de suelo.	B	Pa	LP	Pe	LP	-14	T	Ex	In	Per	Irr	-88
Vegetación	Degradación de la vegetación.	M	Pa	LP	Pe	LP	-17	P	Ex	In	Pe	LP	-68
Fauna	Dstrucción del hábitat de las especies, perdida de la diversidad y corrientes migratorias.	B	Pa	LP	Te	LP	-11	T	Ex	In	Pe	LP	-68
Equilibrio ecológico	Alteración del flujo de energía, materia e información.	B	Pa	LP	Te	LP	-12	T	Ex	In	Pe	LP	-68
Nivel de vida	Aumenta la oferta de empleo y la actividad que propician un aumento del nivel de vida.	B	Pa	LP	Te	LP	+14	M	Pa	MP	Pe	LP	+20

III. CAPITULO III. VÍAS PARA LA MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS Y LA UTILIZACIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS MINEROS.

III.1 - Medidas para la eliminación o reducción de impactos negativos en las diferentes minas.

Mina Mercedita.

Las medidas tomadas para la unidad minera las daremos por las zonas que conforman la misma.

Zona #1 - Mina.

Construcción de un baño con su fosa séptica y tratamiento secundario en la superficie de la mina y poner un carro sanitario en el subterráneo.

Almacenar el escombro (dunitas) en excavaciones subterráneas abandonadas o que se habilite una escombrera en el exterior donde afecte lo menos posible el medio ambiente.

La dunita tiene un gran campo de utilización.

Crear un depósito de desechos sólidos para verter los restos metálicos del taller de tornería y soldadura. Estos desechos se pueden utilizar como materia prima.

Debe tenerse gran cuidado en que en el futuro no salgan a la superficie los posibles derrumbe que se produzcan en la mina.

Se debe de hacer el ordenamiento minero, confeccionando un proyecto de la superficie de la mina.

Zona #2 - Minihidroeléctrica.

Poner un silenciador en la succión del compresor para disminuir el ruido.

Construcción de trampa de grasa para evitar que el aceite que se derrama en el suelo no caiga al río.

Zona #3 - Campamento minero.

El proyecto del campamento minero en construcción lleva implícito la construcción de una fosa séptica y aplicación de tratamiento secundario mediante la infiltración con lecho invertido. No esta representado la parte correspondiente a la cocina pero este debe llevar la construcción de una trampa de grasa.

Zona #4 - Taller de compresores de aire y generación de energía eléctrica.

Construcción de una zanja para recolectar el agua y conducirla hasta una trampa de grasa.

Poner silenciador en la succión del compresor.

Monografía

Zona #5 - Zaranda.

Construcción de una nueva presa de cola.

Construcción de una fosa séptica para el baño de esta área y aplicación del tratamiento secundario.

Arreglar la tolva de recepción de fino.

Cese inmediato de la utilización de dunitas para ampliar la terraza interior.

Zona #6 - Pendientes escarpadas.

Construcción de un muro de apoyo en los deslizamientos ocurridos en las orilla de los caminos para fortalecer la base del área deslizada.

Reforestación con plantas formadoras de suelo en aquellas áreas deslizadas a la orilla del camino.

Mina Amores.

Las medidas que proponemos en esta mina las daremos por zonas.

Zona #1 - Mina.

Hacer los baños con su fosa séptica y el tratamiento secundario en la cercanía de la mina, para cuando esta se reactive.

Ubicar las futuras escombreras de dunitas en la cercanía del socavón y que la misma no tenga un impacto visual.

Zona #2 - Minihidroeléctrica.

Tratar de hacer una nueva micropresa, que se pueda utilizar en el tiempo de seca, para que la minihidroeléctrica trabaje las 24 horas.

Hacer una nueva nave de bloque para minimizar el ruido al máximo.

Eliminar la nave abandonada que está en su cercanía, tapando la fosa que tiene la misma.

Zona #3 - Campamento Minero.

Hacer una fosa séptica y tratamiento secundario a los baños.

Hacer una trampa de grasa y de sólido a la cocina comedor, debe de construirse un depósito para echar los desechos sólidos.

Mejorar las condiciones de vida de los mineros.

Impedir que los animales de crianza estén en la cercanía de la cocina comedor y de los albergues.

Monografía

Zona #4 - Taller de reparaciones mecánicas.

Hacer un correcto diseño de las trampas de grasa.

Hacer un depósito de residuales sólidos.

Tomar medidas de seguridad, para que no se derrame aceite y petróleo en el suelo.

Recoger toda las chatarras que están en la zona.

Hacer baños con fosa séptica y tratamiento secundario.

Zona #5 - Minas abandonadas.

Rellenar todo el piso de estos laboreos con corteza laterítica o escombros duniticos del sobrante de Los Naranjos o analizar la posibilidad de utilizarla como embalse de agua para la minihidroeléctrica.

Diseñar los taludes de estas minas, para eliminar los pequeños deslizamientos y en el borde superior hacer pequeñas jardineras de dunitas y llenarlas con cortezas lateríticas y suelo creado por métodos modernos como la lombricultura y sembrar en ellas matas que se arrastren y tapen los paramentos de las canteras.

Zona #6 - Depósitos de mineral.

Eliminar una pequeña pila de cromo con alto contenido de hierro que está en su cercanía.

Zona #7 - Cauce del río Báez.

Eliminar toda las chatarras que se encuentran en su cauce.

Tomar todas las medidas higiénicas sanitarias planteadas en las demás zonas para eliminar o mitigar su contaminación.

Mina Los Naranjos.

Las medidas que proponemos para la reconstrucción y rehabilitación de esta mina son las siguientes:

Hacer un plano actualizado de la mina, donde se represente el estado actual de la mina.

Diseñar donde se ubicaran las escombreras de dunitas y de la corteza laterítica.

Utilizar las dunitas para la reparación y corrección de los caminos mineros.

Diseñar el nuevo relieve de forma tal que se pueda cubrir las zonas laboreadas y las escombreras con las cortezas lateríticas, para la rehabilitación de los terrenos sembrando Casuarina, que tiene buen crecimiento en estos terrenos.

Tratar que la corteza laterítica sobrante pueda ser utilizada en la cantera de préstamo al inicio de camino de esta mina, para con ella rellenar algunas zonas y poder sembrar

Monografía

Casuarina y otros arbustos que se den en estos terrenos, para hacer pantalla visuales que minimicen al impacto visual.

Corregir la pendiente del camino en los tramos peligros, hacerle las protecciones viales y mejorarlo.

Mejorar las condiciones de vida, haciendo duchas, letrinas, una pequeña cocina comedor, que tenga su trampa de grasa, una fosa séptica y para poder aplicar el tratamiento secundario y hacer un depósito de desechos sólidos.

Recoger todo el poliespuma que está botado en toda la mina, para que no pase partes de este material al río Los naranjos.

Replantear los barrenos por topografía y determinar la altura de los mismos y poder utilizar correctamente las sustancias explosivas.

Hacer un nuevo proyecto donde se ubiquen unas nuevas zarandas móviles, donde se pueda realizar una clasificación previa del mineral, para disminuir la cantidad de viaje de los camiones y el ahorro de combustible, etc.

III.2- Vías para garantizar una mayor utilización de los recursos minerales.

Primeramente plantearemos que en esta empresa se consideran las dunitas serpentinizadas como escombros y de acuerdo a las investigaciones realizadas y por las informaciones contenidas en la literatura especializada la misma tienen los siguientes usos. (Falero, 1996)

Como material de revestimiento de hornos de fundición como revestimiento básico, lo cual representaría un significativo ahorro de divisa por concepto de importaciones.

Estas rocas trituradas pueden servir como arena de moldeo, en los talleres de fundición pudiendo sustituir parcialmente a la arena sílice.

Esta materia prima es el constituyente principal de los ladrillos refractarios, lo cual puede constituir otra línea de desarrollo.

Es válido destacar el uso de dunitas parda rojiza para la confección de objetos ornamentales.

Por lo que tienen que hacer un estudio de mercado para poderlo vender a diferentes empresas que lo utilicen. Además se debe de realizar un estudio para analizar si las otras rocas que se ven como rocas estériles pueden utilizarse en la construcción.

En cuanto a la minihidroeléctrica de la mina Mercedita planteamos que se debe de hacer un estudio de cual sería la demanda máxima de voltaje necesario y hacer un nuevo

Monografía

proyecto donde se calcule que tipos de generadores hacen falta, diseñar el estabilizador de voltaje necesario y calcular el gasto de agua.

Además es necesario hacer un estudio de la micropresa y estudiar como se puede rellenar el sistema de grietas con cemento para que por ella no se infiltre el agua. Hay que destacar que el río Jaragua, que es donde esta la micropresa, es un río de montaña y el mismo en este momento esta excavando su cauce.

III.3- Utilización de los espacios subterráneo.

En este tópico debemos plantear que se debe de hacer un estudio para la utilización de las excavaciones que presenten buenas condiciones de estabilidad, esto se considera muy ventajoso desde el punto de vista económico para la ubicación en ellas de objeto de la propia actividad minera y otras obras útiles para los fines económicos y sociales, ya que las inversiones que se requieren para su uso como regla son menores que las necesarias para construir nuevas excavaciones que se destinan especialmente para esos objetivos.

El empleo de las excavaciones mineras para ubicar en ellas diferentes obras de la economía proporciona las siguientes ventajas:

Una mayor protección de las obras antes las acciones externas.

La utilización del macizo rocoso en su estado natural como material constructivo y de aislamiento.

Una mayor estabilidad antisísmica.

Posibilidad de una carga muy grande sobre el piso.

Disminución del volumen de fondos destinados a las reparaciones y modernizaciones.

También se han hecho trabajo en mina Cromita donde se recomiendan la utilización de las excavaciones subterráneas para almacenar desechos de petróleo de los tanques de la Unión del Níquel, que están en el puerto, y en otras minas para depósitos de escorias de las fábricas, la ubicación de frigoríferos y de otros usos.

III.4-Ordenamiento de la actividad minera.

En este acápite daremos nuestras consideraciones en los pasos que se deben de dar en una empresa para organizar su gestión ambiental y su ordenamiento territorial.

La gestión ambiental se debe diseñar acorde a las Normas de la serie ISO 14000. Las mismas las relacionamos en la Tabla III.1

Monografía

Un sistema de Gestión Medioambiental tienen las siguientes ventajas y desventajas

“ Curso de formación de auditores del sistema de gestión medio ambiental “.Tabla III.2.

Para hacer un modelo del sistema de gestión medioambiental según la ISO 14001 de 1996, hay que tener en cuenta lo siguiente :

La política medioambiental, la implantación y funcionamiento, la comprobación y acción correctora, la revisión por la dirección y todo esto debe lograr la mejora continua.

La política medioambiental, comprende la planificación y esta a su vez comprende lo siguiente :

Aspectos medioambientales.

Requisitos legales y otros requisitos.

Objetivos y metas.

Programa(s) de gestión medioambiental.

La implantación y funcionamiento comprende lo siguiente :

Estructura y responsabilidades

Formación, sensibilización y competencia profesional.

Comunicación.

Documentación del sistema de gestión ambiental.

Control de la documentación.

Control operacional.

Planes de emergencia y capacidad de respuesta.

La comprobación y acción correctora comprende lo siguiente:

Seguimiento y medición

No conformidad y acción correctora y preventiva.

Registro

Auditoria del sistema de gestión ambiental.

Tabla III.1 Normas de la serie ISO 14000

ISO 14001 1996	Sistema de Gestión Medioambiental "Especificaciones y guía para su uso"
ISO 14004	Sistemas de Gestión Medioambiental " Directrices generales de

1996	principios, sistemas y técnica de apoyo"
ISO 14010 1996	Directrices para la auditorias medioambientales. "Principios generales"
ISO 14011 1996	Directrices para las auditorias medioambientales "Procedimientos de auditorias". "Auditorias de sistemas de gestión medioambiental"
ISO 14012 1996	Directrices para las auditorias medioambientales. "Criterios de calificación de auditores medioambientales"
ISO 14050	Gestión medioambiental "Vocabulario"
ISO 14031	Evaluación del funcionamiento medioambiental

Tabla III.2 Ventajas y desventajas de un sistemas de Gestión Medioambiental

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
1- Coste	<p>Evitar multas y sanciones</p> <p>Identificación de las posibles áreas que pueden ahorrar coste, como reciclado, coste de vertedero, instalaciones, etc.</p> <p>Coste medioambientales planificados (se evita verse obligado por la legislación, a realizar inversiones inmediatas).</p>	<p>No hay un retorno inmediato de las inversiones realizadas</p> <p>Coste de implantación tanto económicos como de tiempo.</p> <p>Costes de revisión y mantenimiento del sistema.</p>
2- Marketing	<p>Usado como ventaja competitiva.</p> <p>Mejora de las relaciones públicas.</p> <p>Fortalecer la posición de la empresa en un mercado</p>	

	competitivo.	
3- Formación	<p>Mejora la concienciación medioambiental.</p> <p>Los operarios son adecuados en el modo en que los procesos pueden causar responsabilidades medioambientales.</p> <p>Reduce el potencial de incidentes medioambientales a través de la conciencia.</p>	<p>Coste</p> <p>Por la formación adicional requerida.</p> <p>Tiempo dedicado a formación.</p> <p>Puede necesitarse personal adicional.</p>
4- Percepción pública	<p>Demostrar la preocupación por el medio ambiente.</p> <p>Actitud proactiva y no reactiva con la legislación.</p> <p>Respuesta positiva de los inversores, aseguradores y entidades de crédito.</p>	
5- Supervisión	<p>Identifica sustancias peligrosas fuera de las operaciones</p> <p>Mejora las operaciones de proceso.</p> <p>Permite la identificación de los impactos.</p> <p>Crea y elabora datos medioambientales detallados y relevantes.</p> <p>Permite el control y seguimiento del comportamiento medioambiental.</p>	<p>Modificación de los programas existentes de protección medioambiental para asegurar que todos los efectos medioambientales significativos están controlados.</p>
	Proporciona un marco	Puede contradecir los

<p>6- Gestión</p>	<p>estructurado para la gestión de los temas medioambientales. Permite un enfoque coordinado de gestión a través de toda la empresa, desde una información básica establecida. Complementa otras normas. Ayuda a identificar la futura legislación. Mejores relaciones con los organismo competentes (Autorizaciones, licencias).</p>	<p>programas actuales de las empresa. Puede originar problemas si se amalgaman distintos sistemas.</p>
-------------------	---	---

Al momento de hacer un plan de ordenación con criterios ambientales, y en concreto con aquellos que correspondan con la geología, debe de permitir la explotación de los recursos geológicos del territorio y minimizar los desechos o impactos que estas explotaciones producen. Igualmente, la intervención humana, o su simple presencia, sobre los procesos geológicos, origina determinados riesgos sobre las personas. La preocupación de un plan de ordenación debe ser, no sólo los impactos negativos de la intervención humana sobre la naturaleza, sino además, los impactos negativos de la naturaleza sobre la humanidad.” Evaluaciones de impactos en las estrategias de ordenación territorial y mapas geocientíficos.”

Cualquier modelo metodológico de ordenación ambiental debe de contemplar las siguientes etapas:

- Definición de los objetivos.
- Recopilación de la información existente.
- Inventario y cartografía.
- Almacenamiento de la información.
- Tratamientos de los datos.
- Clasificación del territorio.

Monografía

La realización de un plan de ordenamiento requiere muchos tipos de datos territoriales que, o han sido confeccionados con anterioridad por organismos competentes o hay que completarlos durante la elaboración del plan. Como documentación básica se debe tener el mapa topográfico, el mapa geológico y de vegetación y uso de suelo. Además se debe tener actualizados con la exactitud requerida los planos de la superficie y del subterráneo.

CONCLUSIONES

Las acciones que causan los impactos ambientales son: la exploración geológica y la explotación minera.

Los factores susceptible a recibir impactos son: el agua, el relieve, el suelo, la vegetación, la fauna, el aire, el equilibrio ecológico, el nivel de vida y la explotación racional de los georrecursos.

El grado de ocupación actual de las minas de las Empresa Cromo Moa es el siguiente:

Mina Mercedita: La zona 6 y 7 que son unidades naturales han sufrido una transformación estructural parcial (grado 3) y las zonas 1, 2, 3, 4, y 5 que son unidades antrópicas han sufrido una transformación estructural total (grado 4).

Mina Los Naranjos: Es una unidad antrópica, ha sufrido una transformación estructural total (grado 4).

Mina Amores: La zona 7 que es una unidad natural ha sufrido una transformación parcial (grado 3) y las zonas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 que son antrópicas, han sufrido una transformación total (grado 4).

Del análisis cualitativo semicuantitativo se llegó a las conclusiones siguiente:

Mina Mercedita: El factor más dañado es el agua y las zonas que más dañadas son las # 1 Mina, la # 3 campamento Minero y la # 5 Zaranda.

Mina Los Naranjos: Los factores más dañados son, el suelo, el relieve, la vegetación y la fauna.

Mina Amores: Los factores más dañados son, el suelo, la vegetación, el relieve y el agua y las zonas antrópicas que más daños causan son la # 5 Minas abandonadas, la # 6 Depósito mineral y la # 4 Taller reparaciones mecánicas.

BIBLIOGRAFIA.

- ALBURQUERQUE FILHO, JOSÉ LUIS. Prevención y control de los efectos de la explotación minera en las aguas subterráneas. En. *Aspecto geológico de protección ambiental*. 1995. V I: p. 169-178.
- ALONSO FERNÁNDEZ, RAFAEL. Minería y Medio Ambiente. *Revista de Minas*. 1996. (13 y 14): 53- 63.
- CHACÓN IBARRA, EDGAR. La minería se puede armonizar con el medio ambiente. *Geominas*. 1990 V 20: p. 81-110.
- CHIU ESPINOSA, JAQUELINE. *Influencia sobre el medio ambiente de la actividad minera en el yacimiento de la planta Las Camariocas*. Trabajo de diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico , 1996.
- CUBA. Ley 81 del Medio Ambiente. Ministerio de Ciencia y Técnica CITMA, 1997. 41 h.
- Curso de formación de auditores del sistema de gestión medio ambiental. LRCUBA. 1999.
- Empresa geológica Santiago. *Informe geológico yacimientos Amores*.
- Evaluación de impacto ambiental de proyectos mineros. En: *Seminarios explotación minera y medio ambiente*. La Habana. 1996.
- Evaluaciones de impactos en las estrategias de ordenación territorial y mapas geocientíficos. Tema 6 y 7. En: *Curso de impacto ambiental..* Proyecto Habana. Oficina del historiador de la ciudad de La Habana. 1996
- FALERO SALGADO, RAFAEL. *Geometría del agrietamiento del macizo rocoso de mina Mercedita y su estabilidad*. Tesis de maestría. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 1996.
- FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ DE ÁLAMO, L. J., J.J. GARCÍA DÍAZ DE VILLAFRANCA . Evaluación informática cuantitativa de la alteración en el color de un paisaje. Aplicación al caso de una labor minera de superficie. *Boletín Geológico y Minero*, 1998. V 109 (3): 279 – 288.
- GONZÁLEZ, VÍCTOR. A industria extractiva e o ambiente. *Boletín de Minas*, 1990. V 27(3): 311-323.
- Informe geológico. Mina Mercedita. Holguín. 1996.

- ISO. 14004. *Sistema de gestión medio – ambiental. Directrices de principios, sistema y técnicas de apoyo.*
- ISO.14001. *Sistema de gestión medio – ambiental, Especificaciones y directrices para su utilización.*
- KUAL AGER, AYO. *Estudio ingeniero- ecológico paisajista del área de influencia exterior de la mina Amores y de la mina cielo abierto Los Naranjos.* Ing. Juan F. Yoli Mateos (Tutor).. Trabajo de diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico, 1998.
- LOMTADZE, V. D. *Geología aplicada a la ingeniería. Geodinámica aplicada a la ingeniería.* Moscú, 1983.
- Manual de ingeniería de taludes. Serie: Ingeniería GeoAmbiental.* España. Instituto Tecnológico Geominero de España, 1991.456 p.
- NEGRAO CARALCANTE, RACHEL. Minería, desarrollo y medio ambiente. En: *Aspectos geológicos de protección ambiental.*, 1995 V I. p. 105-109.
- OLIVERA, ANA. Análisis preliminar para el desarrollo forestal- minero en la reserva forestal. IMAICA. *Revista Geominera*, 1987 V18.: 7-20.
- PELIER CARCASSES, MANUEL. Informe sobre los resultados de la explotación orientativa del yacimiento como M-B-32 Los Naranjos, según cálculo de reservas de Abril de 1992.
- RODRÍGUEZ ANDALIA, ORLANDO. *Estudio ingeniero – ecológico del área de influencia exterior de la mina Mercedita.* Ing. Juan F. Yoli Mateos (Tutor) Trabajo de diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico., 1997.
- SÁNCHEZ, LUIS ENRIQUE. Evaluación de impacto ambiental en minería; interacción entre proyecto técnico y los estudios ambientales. En: *Aspecto geológico de protección ambiental.* 1995 V. I: 111-118.
- SANTANA MAUREL, ORESTES., GERMAN ARIAS SALAZAR,, OMAR FIGUEREDO. Consideraciones sobre el derrumbe de las cámaras de la mina Mercedita. *Revista Tecnológica, Geología, Química, Minería y Electroenergética.*, 1991 V21 (2): 58-64
- UCEDA REZAS, MIGUEL. Reflexiones sobre los problemas actuales en la explotación de los recursos naturales. *Canteras y explotaciones*, 1999. (375): 52-59

Monografía

YASSEL ROSALES, A. *Informe final. Estudio de la línea base e identificación de impactos ambientales de los yacimientos Amores, Los Naranjos, Mercedita y Planta de beneficio*, 1995.

YAZBEK BITAR, OMAR. Recuperación de áreas degradadas por actividades de explotación minera. En: *Aspecto geológico de protección ambiental*, 1995, VI: 213-218.