

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

Las Islas Galápagos fueron catalogadas en el año 1979 por la UNESCO como “Patrimonio Natural de la Humanidad” por lo que el Estado Ecuatoriano adquirió frente a las naciones del mundo el compromiso ineludible e histórico de conservar el Archipiélago. Se estableció medidas legales para que exista una relación armónica entre el factor humano y espacio natural mediante la Ley Orgánica de Régimen Especial para Galápagos (LOREG) y su Reglamento.

Actualmente la crisis ambiental que atraviesa Galápagos se debe al deterioro de los ecosistemas terrestres como marinos, que es consecuencia de varios factores como la introducción de flora y fauna exóticas, el indiscriminado aumento de la población que reside en las islas, sobre explotación del turismo; lo que le ha llevado a la UNESCO a declararle recientemente “Patrimonio en Riesgo”.

El aumento de la población es uno de los factores que desarrolla mayor presión sobre los Recursos Naturales lo que implica el desgaste acelerado de estos recursos, como el caso de los recursos pétreos, que bajo la consigna de dar bienestar a la población con obras civiles prioritarias se explotan sin técnica, ni control estos recursos.

La explotación indiscriminada de este recurso hace preveer que las minas actuales se agoten en un plazo mediano por lo que es necesario encontrar nuevos sitios óptimos para la explotación, tomando en cuenta factores ambientales, socioeconómicos, calidad del recurso pétreo, para optimizar este recurso y darle un manejo adecuado.

En este proyecto de tesis se realiza un Estudio de Impacto Ambiental en el cual realizamos el levantamiento de la Línea Base Ambiental del Medio Físico, Biótico,

Socioeconómico y del Recurso Minero para determinar los Impactos potenciales que pueden ocurrir con la explotación minera, además con la herramienta SIG realizar un modelamiento para la selección del sitio o los sitios óptimos para la explotación. En el Plan de Manejo se desarrolla programas de prevención y mitigación, contingencias, rehabilitación, abandono y monitoreo.

1.2 ANTECEDENTES

Las actividades de extracción de materiales pétreos fueron iniciadas por la Delegación del Ministerio de Obras Públicas (MOP), luego con la creación del Instituto Nacional Galápagos (INGALA) se continúa con los trabajos de mantenimiento vial, construcción de obras públicas prioritarias y el abastecimiento de material pétreo para satisfacer los requerimientos de la población local. Con la expedición de la Ley Orgánica de Régimen Especial para Galápagos (LOREG) le asigna al INGALA como el Órgano Rector de la Planificación Regional. El Consejo del INGALA autoriza la transferencia de maquinarias, vehículos y parte de infraestructura física a los tres Gobiernos Municipales y al Gobierno Provincial de Galápagos.

Actualmente en la Isla San Cristóbal existen tres minas en el área urbana y rural donde se realiza explotación y una mina abandonada que está en el área del Parque Nacional Galápagos (Gráfico 1.1); a continuación analizaremos el estado de estas minas:

Mina “Cerro Quemado”:

Localizada en la parroquia “Pto. Baquerizo Moreno” a una distancia aproximada de 1 Km. de la zona urbana y a 300 m. de la cabecera Sur-Este de la pista aérea, cuyas coordenadas geográficas son: W 89° 36’36”, S 0° 54’36”. El material de esta mina corresponde a extensos mantos de material piroclástico compuesta de brechas, tobas y lapilli de pequeños conos volcánicos aislados.

Esta mina se encuentra en propiedad de la Armada Nacional, ha sido explotada en sus inicios por el MOP, después por el INGALA, para la producción de materiales pétreos para trabajos de mantenimiento vial, provisión de materiales pétreos triturados y relleno para la construcción de obras públicas, actualmente está siendo explotada por el Gobierno

Municipal y el Gobierno Provincial mediante convenios con la Armada Nacional, la forma de explotación es a cielo abierto por medio de equipo caminero y trituradoras.

Mina “Cementerio o San Vicente”:

Localizada en la zona rural de la parroquia “El Progreso” denominada con este nombre por encontrarse junto al cementerio general del cantón, aproximadamente a la altura del kilómetro 3,3 de la carretera Pto. Baquerizo Moreno-El Progreso, cuyas coordenadas geográficas son: W 89° 34'12'', S 0° 54'30''. El material de esta mina corresponde a material piroclástico compuesta de brechas, tobas y lapilli de pequeños conos volcánicos aislados.

Esta mina se encuentra en propiedad privada, ha sido explotada principalmente para los trabajos de apertura y mantenimiento vial del cantón San Cristóbal, debido a la característica del material que facilita una mejor compactación del mismo. Estuvo cerrada por algunos años pero actualmente en esta mina existe explotación ocasional conforme a la demanda de materiales pétreos.

Mina “Los Canalones”:

Localizada en la parroquia “El Progreso” a una distancia aproximada de 300 m. de la zona urbana de la parroquia y a 50 m. de distancia de la carretera El Progreso-Cerro Verde, cuyas coordenadas geográficas son: W 89° 33'0'', S 0° 54'10''.

Esta mina se encuentra en propiedad privada, está siendo explotada de una forma artesanal, estos materiales pétreos triturados han sido utilizados en varias estructuras donde se requiere resistencia y durabilidad del hormigón.

Mina “Cerro Verde”:

Localizada en el Área Natural del Parque Nacional Galápagos, sector “Cerro Verde” a la altura del centro turístico “La Galapaguera Seminatural”, cuyas coordenadas geográficas son: W 89° 25'48'', S 0° 55'12''. El material de esta mina corresponde a material piroclástico compuesta de brechas, tobas y lapilli de pequeños conos volcánicos aislados.

En esta mina se explotó el recurso pétreo durante algunos años pero en la actualidad está cerrada, en el Anexo A se encuentran las fotografías de cada una de la minas existentes.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Actualmente la producción de materiales pétreos triturados lo vienen realizando el Gobierno Municipal y el Gobierno Provincial de Galápagos, así como los propietarios de terrenos en donde se encuentran ubicadas las minas antes mencionadas los que se han dedicado a la explotación y producción artesanal de agregados pétreos, con la instalación de pequeños equipos trituradores.

Para el caso de la mina “Cerro Quemado”, es la más antigua de la isla, actualmente hay una sobre explotación de ésta, inclusive en ciertos lugares llega a niveles freáticos salinos, pero debido a la necesidad de este material pétreo para las actividades de reconstrucción de la pista de aterrizaje del aeropuerto se la sigue explotando.

Para el caso de la mina “Cementerio o San Vicente”, se estuvieron tramitando los respectivos permisos en la Dirección Regional de Minería del Guayas para la concesión de explotación privada, pero debido a la demanda de material pétreo para la construcción de obras en Pto. Baquerizo Moreno se continúa explotando de una manera antitécnica.

Para el caso de la mina “Los Canales”, con un equipo artesanal instalado se produce piedra triturada; en este sitio existe gran contaminación del aire por el particulado producido por la trituración. En esta mina existe sobre explotación puesto que con este material se fundieron las bases para los aerogeneradores del proyecto eólico.

Para el caso de la mina de “Cerro Verde”, actualmente abandonada; está frente a un sitio turístico de concurrencia masiva por lo que no es posible una reapertura, además en este lugar se está implantando un proyecto de revegetación con *Calandrinia galapagosa* especie endémica que estaba en peligro de desaparecer debido a la depredación de especies introducidas como la *Capra hircus* (cabra).

El crecimiento poblacional presiona y desgasta aceleradamente los limitados Recursos Naturales que la isla posee, para cubrir la demanda del recurso pétreo se realiza la explotación en las minas citadas anteriormente, de una manera anti técnica evidenciando serios problemas ambientales, como la degradación de los ecosistemas. Por lo tanto es de fundamental importancia dar a la actividad minera un adecuado Plan de Manejo para los recursos pétreos con el fin de prevenir, mitigar y monitorear potenciales impactos así como rehabilitar áreas en las minas existentes y en futuras minas.

Es importante encontrar posibles sitios óptimos para la instalación de una mina, priorizando el factor ambiental y el factor técnico minero de la calidad del material pétreo, para optimizar la explotación de este recurso, tomando en consideración: la Ley Orgánica de Régimen Especial para Galápagos y el Plan de Manejo del Parque Nacional Galápagos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una propuesta de Plan de Manejo minero-ambiental para potenciales zonas de extracción para el aprovechamiento del recurso pétreo en la Isla San Cristóbal – Galápagos.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar el Diagnóstico del Medio Físico, Biótico y Socioeconómico del área del proyecto.
- ✓ Analizar el Marco Legal acerca de la actividad minera para la explotación del Recurso Pétreo.
- ✓ Determinar la localización óptima de áreas mineras para la extracción del recurso pétreo en la isla mediante el modelamiento en la herramienta SIG.
- ✓ Establecer medidas correctivas que disminuyan o eliminen los posibles impactos ambientales negativos y optimicen los impactos positivos, resultantes de la extracción minera.

- ✓ Determinar el área de influencia y áreas sensibles de los potenciales sitios de extracción.
- ✓ Determinar mediante Análisis de Laboratorio las propiedades de los agregados pétreos.

1.5 METAS

- ✓ Documentación de la Línea Base del Medio Físico que consta de los siguientes aspectos: Geología, Geomorfología, Clima, Hidrografía, Suelos, Uso Actual, Análisis del Paisaje.
- ✓ Documentación de la Línea Base del Medio Biótico que consta de los siguientes aspectos: Flora, Fauna.
- ✓ Documentación de la Línea Base del Medio Socioeconómico que consta de los siguientes aspectos: Densidad Poblacional, Distribución de la población, Población Económicamente Activa, Educación.
- ✓ Documentación de la Línea Base del Recurso Minero que consta de los siguientes aspectos: Análisis de Granulometría, Pruebas de Abrasión, Absorción de los Agregados, Oferta y Demanda del Recurso Pétreo.
- ✓ Documentación del análisis del Marco Legal acerca de la actividad minera de recursos pétreos.
- ✓ Mapas escala 1:100.000 de:
Áreas de Influencia (Directa e Indirecta).
Zonas optimas para la explotación de recursos pétreos.
- ✓ Documentación del plan de manejo que consta de: Plan de Prevención y Mitigación de Impactos, Plan de Contingencias, Rehabilitación de Áreas Afectadas, Plan de Monitoreo, Plan de Abandono.

1.6 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La Isla San Cristóbal se encuentra localizada en el extremo oriental del archipiélago, en las coordenadas 89° 25' 30.16'' W y 0° 48' 57,20'' S, presenta una forma de S alargada e inclinada en dirección del noreste hacia suroeste, con una longitud máxima de 48 Km. y un ancho máximo de 13,5 Km., la altitud máxima en la isla es de 730m que corresponde al cerro San Joaquín, su área aproximada es de 556.97 Km². Según la zonificación del Plan de manejo del Parque Nacional Galápagos (PNG) (Gráfico 1.2) en esta isla tenemos:

Para el espacio Natural:

- Zona de Conservación y Restauración de Ecosistemas.
- Zona de Reducción de Impactos.

Para el espacio Humano (Área Cantonal):

- Zona Urbana.
- Zona Agropecuaria.

En esta isla la geomorfología limita dos áreas claramente definidas la parte noreste de formación reciente y la parte suroeste de formación antigua (Gráfico 1.3).

Parte Nor Oriental:

En este sector no existe, ni es posible la explotación puesto que hay ecosistemas frágiles como habitats de la tortuga gigante (*Geochelone elephantopus* var *chattamensis*) y de especies de flora endémica, además es un área inhóspita.

Parte Sur Occidental:

En este sector se encuentran las actuales minas y podría encontrar posibles sitios óptimos para la explotación, debido a la cercanía de la ciudad (zona urbana y rural) además de ciertas facilidades como carreteras y servicios básicos como tendido eléctrico.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 ASPECTOS LEGALES

Los aspectos legales que se encuentran vigentes para las Islas Galápagos, son las que el Estado Ecuatoriano posee para la protección del ambiente y para el desarrollo de las actividades mineras, se consideraron: leyes, reglamentos, planes, estatutos y demás normativas dictadas para los propósitos antes mencionados. En el Cuadro 2.1, se presentan los principales aspectos legales.

Cuadro 2.1 Aspectos Legales

TIPO	NOMBRE	VIGENCIA
CONSTITUCIÓN	CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR	Registro Oficial: No. 1 Año: 1998
LEY	LEY ORGÁNICA DE RÉGIMEN ESPECIAL DE GALÁPAGOS	Registro Oficial: No. 278 Año: 1998
LEY	TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNARIA	Registro Oficial: No. 725 Año: 2002
LEY	LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL	Registro Oficial: No. 245 Año: 1999
LEY	LEY FORESTAL Y DE CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE	Registro Oficial: No. 64 Año: 1981
LEY	LEY DE MINERÍA	Registro Oficial: No. 695 Año: 1991

REGLAMENTO	REGLAMENTO A LA LEY ESPECIAL PARA LA PROVINCIA DE GALÁPAGOS	Registro Oficial: No. 358 Año: 2000
REGLAMENTO	REGLAMENTO GENERAL PARA LA LEY DE MINERÍA	Registro Oficial: No. 307 Año: 2001
REGLAMENTO	REGLAMENTO AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES MINERAS	Registro Oficial: No. 151 Año: 1997
REGLAMENTO	REGLAMENTO DE SEGURIDAD MINERA	Registro Oficial: No. 999 Año: 1996
PLAN	PLAN DE MANEJO DEL PARQUE NACIONAL GALÁPAGOS	Registro Oficial: No. 23 Año: 2005
ESTATUTO	ESTATUTO ADMINISTRATIVO DEL PARQUE NACIONAL GALÁPAGOS	Registro Oficial: No. 638 Año: 1995

Elaborado por: Autor

2.2 MARCO INSTITUCIONAL

Es deber del Estado Ecuatoriano velar por la conservación del Patrimonio Nacional de Áreas Naturales, Terrestres y Marítimas, así como por el desarrollo de los asentamientos humanos circunvecinos; y adoptar las medidas legales orientadas a propiciar una relación armónica con los habitantes establecidos en la provincia de Galápagos.¹

El Parque Nacional Galápagos (PNG) es una institución gubernamental del Estado Ecuatoriano, creada en 1959 mediante Decreto No. 17, publicado en el Registro Oficial No. 873, como entidad de derecho público adscrita al Ministerio del Ambiente. Su principal función es la protección y el manejo de las áreas protegidas en el archipiélago de Galápagos y la Reserva Marina de Galápagos.

¹ Ley Especial de Galápagos/ RO 278 de 1998

En el Estatuto Orgánico Administrativo de la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG) publicado en el Registro Oficial No. 86 del 2000, se establece la organización y funcionamiento del PNG, en el cual se dicta: la Misión, Visión, Objetivos, Organización de la Institución.

Misión:

Proteger, conservar y manejar los ecosistemas del Archipiélago y su diversidad biológica para el beneficio de la humanidad, las poblaciones locales, la ciencia y la educación.

Visión:

El Archipiélago de Galápagos cuenta con un modelo territorial que permite la conservación de la integridad ecológica y la biodiversidad de sus ecosistemas insulares y marinos al promover un uso racional de sus bienes y servicios ambientales que favorecen un desarrollo socioeconómico y cultural equitativo, solidario y sustentable.

Objetivos:

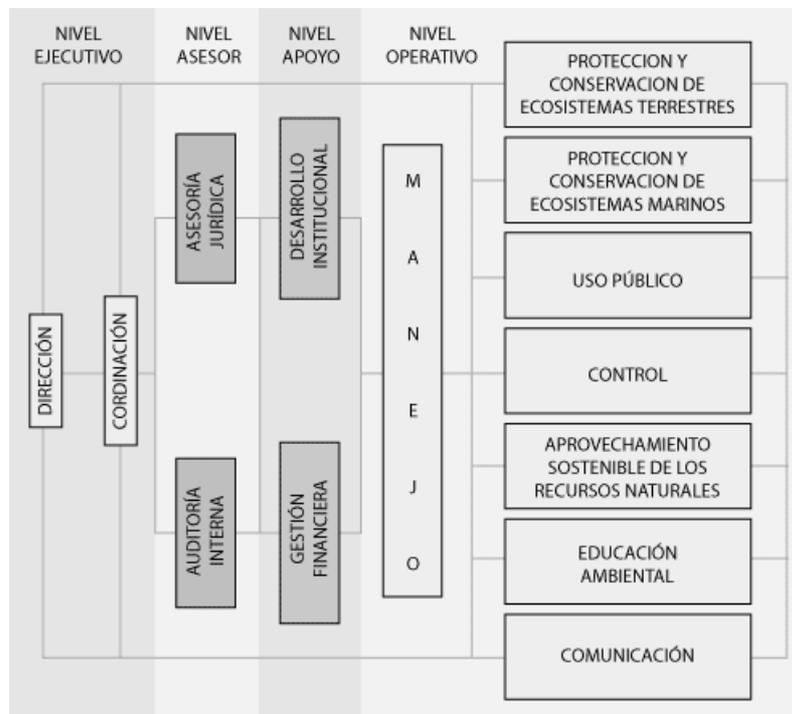
- Asegurar la conservación de la integridad ecológica y por tanto, la biodiversidad de los ecosistemas insulares y marinos de Galápagos.
- Incorporar la política de conservación, que desarrolla el PNG, al modelo territorial de Galápagos que configura el Plan Regional para de esta manera integrarla horizontalmente con otras políticas sectoriales.
- Mejorar y consolidar la capacidad de manejo del PNG dotándolo de los recursos que necesita, reforzando sus principios, criterios y directrices para una administración eficaz, potenciando y mejorando su procedimiento de evaluación de la eficiencia de manejo.
- Lograr un mayor apoyo de la población galapagueña y los visitantes a la gestión que realiza el PNG, difundiendo la importancia socioeconómica que tiene la conservación de la naturaleza, fomentando modelos participativos de manejo y aprovechamiento de las oportunidades que ofrecen las áreas protegidas para la educación e interpretación ambiental y el turismo de la naturaleza.

- Incrementar el conocimiento científico y técnico interdisciplinario, aplicado al manejo sobre los sistemas naturales y socioeconómicos del Archipiélago de Galápagos.
- Promover la cooperación nacional e internacional para el incremento de experiencias y para apoyar el cumplimiento de los compromisos internacionales del Estado ecuatoriano relacionados con la conservación de las áreas protegidas y la biodiversidad del Ecuador.

Organización:

La estructura organizacional del PNG establece los siguientes niveles: ejecutivo, asesor, apoyo y operativo los cuales se manejan mediante sistemas de gestión de calidad lo que le ha llevado a obtener la norma ISO 9001-2000, en el Gráfico 2.1, se muestra la organización del PNG.

Gráfico 2.1 Estructura organizacional del PNG



Fuente: www.galapagospark.org

2.3 ASPECTOS AMBIENTALES

Es un elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el Medio Ambiente.² Se debe establecer, implementar y mantener procedimientos para determinar aspectos que pueden tener impactos significativos sobre el Medio Ambiente llamados también aspectos ambientales significativos, una vez determinados se los debe documentar y mantener actualizados con propósitos históricos.

El proceso de identificación y evaluación de los aspectos ambientales debería tener en cuenta la localización de las actividades, el costo y el tiempo que se requiere para emprender el análisis y la disponibilidad de datos fiables.³

Los cambios en el Medio Ambiente, ya sean adversos o beneficiosos, que son el resultado total o parcial de los aspectos ambientales se denominan Impactos Ambientales.⁴

2.4 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

El impacto ambiental constituye una alteración significativa del ambiente de carácter negativo o beneficioso resultado de las acciones humanas.⁵ La caracterización de un impacto se analiza sobre la base de diversos aspectos como pueden ser: carácter, magnitud, tipo de impacto, duración, etc.

La actividad minera genera impactos notorios que pueden ser: la remoción y pérdida del suelo, la generación de estériles y escombros, la remoción y pérdida de cobertura vegetal, por lo tanto el desplazamiento de comunidades faunísticas, los cambios en el uso del suelo y la modificación del paisaje. Estos impactos ambientales se presentan por la alteración, tanto positiva como negativa, de los componentes bióticos, abióticos y sociales del medio.

² Interpretación de la Norma Internacional ISO 14001:2004, SGS SSC, México

³ Interpretación de la Norma Internacional ISO 14001:2004, SGS SSC, México

⁴ Interpretación de la Norma Internacional ISO 14001:2004, SGS SSC, México

⁵ Gestión y Fundamentos del EIA, Guillermo Espinoza, 2002

2.4.1 MÉTODOS PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR IMPACTOS

- Lista de chequeo: Método de evaluaciones preliminares para seleccionar los impactos relevantes y previsibles.
- Red de impactos: Determina impactos a mediano y largo plazo. Relaciona impactos individuales entre si, obteniendo impactos indirectos.
- Método Mc. Harg: compara el mapa de uso potencial con el uso actual para determinar las zonas en conflicto de uso por sobreexplotación o sub explotación de sus ofertas.
- Ad hoc: Prevalece la opinión de un grupo de expertos que dan conclusiones lógicas y prácticas.
- Matriz causa-efecto: Método cualitativo, que organiza los factores ambientales susceptibles de afectación con las actividades generadoras de la afectación, precedidos del signo + o -, según sea la variación de la calidad ambiental en una escala de 1 a 10, siendo 1 alteración mínima y 10 alteración máxima.
- Superposición de transparencias: Permite obtener la imagen de la afectación general mediante la superposición de diferentes mapas cartográficos con características propias de una zona.

Las matrices de causa-efecto: consisten en un listado de acciones humanas y otro listado de indicadores de impacto ambiental, que se relacionan en un diagrama matricial factor-acción.

La Matriz de Leopold: consiste en un listado de acciones o actividades que pueden causar impactos ambientales (columnas) y características ambientales del área (filas). Esta combinación produce una matriz con n casilleros. En cada casillero, a su vez, se distingue entre magnitud e importancia del impacto, en una escala que va de uno a diez.

Matriz Causa-Efecto con la variación de la Matriz de Leopold modificada⁶: Esta matriz sirve sólo para identificar impactos y su origen, sin proporcionarles un valor. Permite, sin embargo, estimar la importancia y magnitud de los impactos con la ayuda de

⁶ Gestión y Fundamentos del EIA, Guillermo Espinoza, 2002

un grupo de expertos y de otros profesionales involucrados en el proyecto. En este sentido representan un avance respecto a las matrices de interacción simple.

- **La magnitud:** hace referencia a su extensión o cantidad física del impacto; si es grande o pequeño dependerá del patrón de comparación, y puede tener el carácter de positivo o negativo, y si el tipo de modificación identificada es deseado o no, recibe valores de -10 a 10.
- **La importancia:** está dada por la ponderación que se le asigne a la calidad del impacto por el equipo que realiza el estudio, sólo puede recibir valores positivos de 1 a 10.
- **La afectación:** es una forma de jerarquización de los impactos en función de la magnitud y de la importancia.

2.5 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo establece el comportamiento ambiental de un proyecto, además constituye y define objetivos, metas y estrategias ambientales a implantarse. Permite tomar en cuenta todas las acciones que abordan los impactos significativos que se desarrollan, mediante criterios preventivos que buscan resolver problemas de manera anticipada, asegurando que las decisiones sean racionales, efectivas y sostenibles en el tiempo.

En una visión estratégica, el Plan de Manejo Ambiental incorporado en el Estudio de Impacto Ambiental se aplica en un contexto amplio ya que hace compatible lo ambiental con las decisiones políticas, económicas, culturales y sociales.⁷

⁷ Gestión y Fundamentos del EIA, Guillermo Espinoza, 2002

El Plan de Manejo generalmente debe constituirse de los siguientes programas:

- Programa de mitigación.
- Programa de medidas compensatorias.
- Programa de prevención de riesgos y accidentes.
- Programa de contingencias.
- Programa de seguimiento.

2.5.1 PROGRAMA DE MITIGACIÓN

Permite manejar, moderar, atenuar o disminuir los impactos con acciones prediseñadas para que sean llevaderos con las normas ambientales vigentes. La mitigación viabiliza los proyectos a ejecutarse y establece acciones como:

- Evitar el impacto al no desarrollar una determinada actividad del proyecto.
- Disminuir impactos al limitar la magnitud en el desarrollo e implementación de una actividad.
- Rectificar el impacto al restaurar el medio afectado.
- Eliminar los impactos significativos con operaciones de conservación y mantenimiento durante el desarrollo de las actividades.

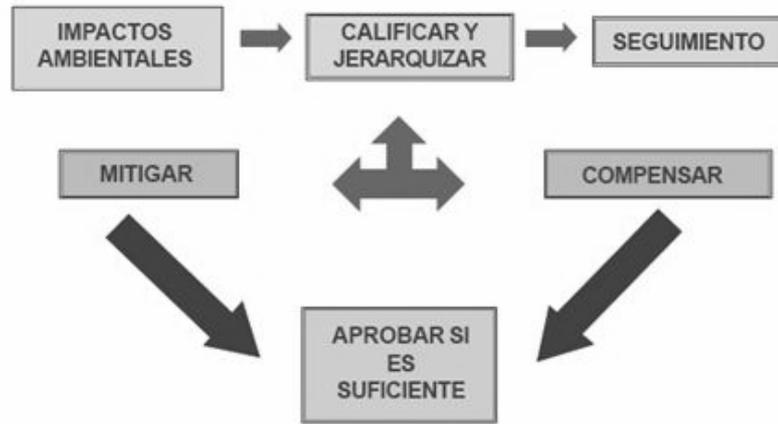
Tomando en cuenta las acciones vistas en el párrafo anterior generalmente se pueden incluir cambios en el diseño del proyecto.

2.5.2 PROGRAMA DE MEDIDAS COMPENSATORIAS

Se utiliza cuando nos es posible eliminar o disminuir los impactos significativos, lo que supone costos adicionales para el proyecto, entonces las medidas compensatorias producen o generan un impacto positivo alternativo equivalente a un impacto adverso, estas medidas compensatorias se destinan a la creación de medios similares a los afectados. Tanto las medidas de mitigación y compensación deberían constituirse en un elemento técnico de calidad, puesto que su aplicación representa una herramienta para la toma de decisiones adecuadas.

Un indicador ambiental se establece para cuantificar el comportamiento de determinadas variables, además de verificar, entender su efectividad y cumplimiento.

Gráfico 2.2 Esquema de Mitigación y Compensación



Fuente: Gestión y Fundamentos del EIA, Guillermo Espinoza, 2002

2.5.3 PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y ACCIDENTES

Todo proyecto está sujeto a peligros naturales y accidentes por lo tanto se analizarán los factores naturales y humanos que inducen a los accidentes por lo que se incluirá medidas destinadas a la predicción y prevención de dichos riesgos. La respuesta a los accidentes deben estar previstas por el plan de contingencias donde se establecen medidas para antes, durante y después del evento.

Gráfico 2.3 Esquema de Manejo de Riesgos y Accidentes



Fuente: Gestión y Fundamentos del EIA, Guillermo Espinoza, 2002

Este programa constituye de las siguientes etapas: identificación del peligro, análisis del peligro, análisis de las consecuencias, determinación de los riesgos y evaluación de los resultados.

2.5.4 EL PROGRAMA DE SEGUIMIENTO

Tiene como finalidad comprobar la severidad, distribución y evolución de los impactos negativos, proporcionará información para retroalimentar las decisiones y ajustar las medidas compensatorias. Este programa de seguimiento permite acompañar en las etapas de construcción operación y abandono del proyecto por lo que requiere definiciones concretas.

Este programa permite identificar la calidad del estudio ajustando las decisiones a la realidad. Los informes periódicos detallados permiten sugerir la evolución ambiental de un proyecto para definir medidas y acciones de mejoramiento.

2.6 SISTEMAS DE INFORMACION GEORGRÁFICA (SIG)

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una herramienta geoinformática capaz relacionar el software gráfico con una base de datos geográficos georeferenciados desarrollando mapas y modelos de la realidad sobre el territorio.

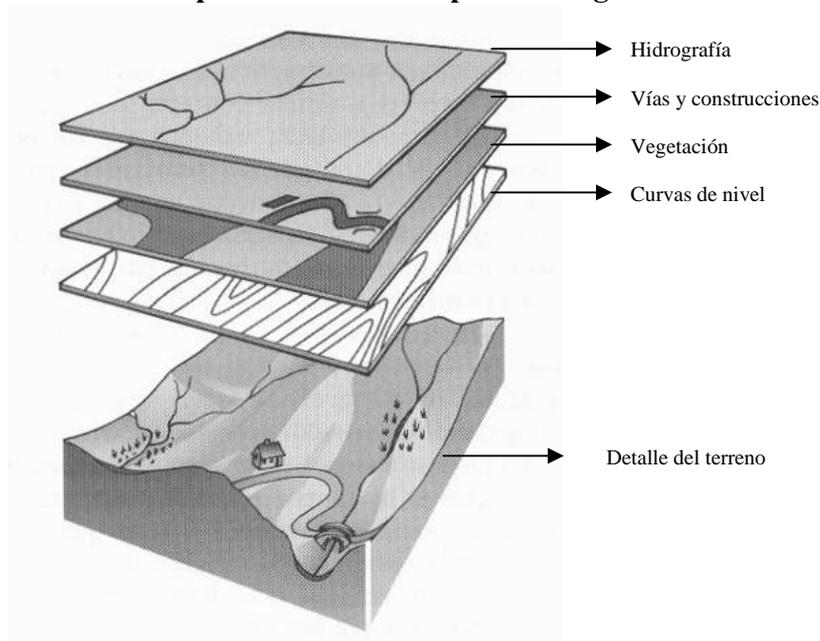
La tecnología SIG es al análisis geográfico lo que el microscopio y los ordenadores han sido para otras ciencias⁸. La descomposición de la realidad en capas relativas a un ámbito concreto constituye la esencia del modelo del territorio contenido en los SIG.⁹

⁸ Gutiérrez y Gould, 1994

⁹ Jones, 1997

Conjunto de mapas en formato digital sobre la misma porción del territorio con un sistema de referencia común y organizada de manera que posibilite la integración e interacción de la información contenida en los mismos y la consecución de unos determinados objetivos.¹⁰

Gráfico 2.4 Representación en capas de los geodatos



Fuente: www.araneus.humboldt.org.co/sig.html

Un SIG permite:

- Entrada y captura de datos.
- Administración y organización informática de los archivos de geodatos como: consultas con criterios espaciales, temáticos o mixtos.
- Edición, corrección, integración, y geoprocésamiento de los datos.
- Análisis que es la aplicación de técnicas diversas de la estadística convencional y espacial para obtener: métodos de optimización, evaluación multicriterio, etc.
- Modelado que es la reconstrucción de aspectos de la realidad a partir de muestras o datos con lo que se obtendrá simulaciones, predicciones, estimaciones.
- Elaboración de mapas bi, tridimensionales, gráficos, vuelos virtuales.

¹⁰ Bosque, 1992

2.6.1 ESTRUCTURA DE DATOS TIPO RASTER

Es una estructura simple representada por el píxel que es la unidad espacial mínima y representa un fragmento del espacio. Esta estructura raster es una matriz con cierto número de filas y columnas. Cada píxel contiene un número digital que describe el valor que toma la característica representada por esa capa en dicho píxel.

La estructura de los datos tipo raster es apto para representar y tratar con el SIG fenómenos o variables continuas en el espacio.

Un SIG con la estructura raster aporta una gran herramienta para realizar análisis desde los simples hasta los complejos:

- Operaciones o funciones locales: Estas manipulan el valor de cada píxel para obtener un resultado, que es función solo del valor en dicha localización, estas pueden ser: reclasificación, superposiciones aritméticas (*overlays*).
- Operaciones focales o de vecindad: Estas tratan de obtener para cada píxel de la capa resultante un valor que está en función de los valores almacenados en dicho píxel y en los próximos a este en la capa de origen, estas pueden ser: filtros, cálculo de pendientes, orientaciones, iluminación.
- Operaciones zonales: En esta operación el valor de un píxel en la capa resultante depende del valor de dicho píxel en la capa de origen y de los que pertenecen a la misma zona, estas operaciones pueden ser la medición de superficies, identificación de zonas.
- Funciones globales: El valor de cada píxel se verá influido por la totalidad de los existentes en la capa raster de origen, en esta técnica podemos señalar el análisis de superficie de tendencia o cálculo de las probabilidades de ocurrencia de ciertos eventos.

Ventajas de la estructura raster:

- Es eficiente para el análisis espacial como: **álgebra de mapas** que es el conjunto de operaciones locales (suma, resta, división, etc.) sobre capas raster que usando una o más de ellas, permiten obtener resultados derivados; **modelamiento de superficies y simulaciones**.
- Soporta no solamente objetos discretos, también objetos continuos como las superficies continuas.
- Es compatible con datos colectados por sensores remotos y datos fotogramétricos.

Desventajas de la estructura raster:

- No es posible representar explícitamente relaciones topológicas por lo tanto no es posible realizar análisis de redes.
- Existe redundancia de datos en áreas homogéneas por lo tanto abarcan un gran volumen de datos.
- Limitada precisión en la ubicación de elementos y en el cálculo de áreas y distancias.
- La representación de objetos no es óptima porque los bordes tienen forma de bloques o gradas.

2.6.2 ESTRUCTURA DE DATOS VECTOR

Es una estructura que representa la realidad a través de la selección y simplificación de sus partes mediante puntos, líneas y polígonos debidamente referenciados. Para datos espaciales en la mayoría de SIG los datos de coordenadas están incluidos y almacenados como una combinación de puntos, líneas, polígonos.¹¹

La estructura de datos tipo vector es apta para representar elementos discretos en el espacio como variables físicas, bióticas, socioeconómicas. Un vértice es el elemento vectorial más simple y resulta del cruce de dos coordenadas X y Y, los puntos se representan por un único vértice, las líneas están formadas por dos o más segmentos articulados por vértices con sus respectivas coordenadas, a los vértices de los extremos se

¹¹ Males, Peuker, Chrisman; 1975

los llama nodos y marcan el inicio y el final de las líneas, mientras que los polígonos son líneas cerradas donde los nodos de inicio y final coinciden delimitando en su interior un área.

La relación matemática entre puntos líneas y polígonos es la topología. Los elementos vectoriales se convierten en objetos cuando su representación se asocia a entidades reales, por ejemplo una línea puede ser la representación de un eje vial. En estas entidades podemos guardar atributos como: el orden de la vía, el flujo diario, su longitud en bases de datos y asociar mediante identificadores cada objeto con su atributo.

Ventajas de la estructura vector

- Soporta gran variedad de análisis complejos basados en topología y bien implementados para representar, modelar elementos lineales y redes.
- La estructura es más compacta y menos redundante, dependiendo del área de estudio y el detalle por lo que demanda menos espacio de almacenamiento.
- La representación gráfica es más precisa y exacta por consiguiente las mediciones de áreas, perímetros y distancias es óptima.
- Las relaciones topológicas entre objetos puede ser codificada y almacenada, por lo que el uso de éstas puede facilitar la revisión de errores en la base de datos.
- Facilita la superposición visual de capas de información.

Desventajas de la estructura vector

- La estructura de datos es compleja y necesita extensos periodos de tiempo para adquirir e ingresar datos.
- No es adecuada para mostrar cambios graduales entre unidades adyacentes, así como tampoco para representar superficies continuas.
- Presenta complicaciones en algunas operaciones espaciales, para hacer sobre posiciones de mapas y análisis de vecindad.
- Es incompatible con datos colectados por sensores remotos.

2.7 MODELAMIENTO PARA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA

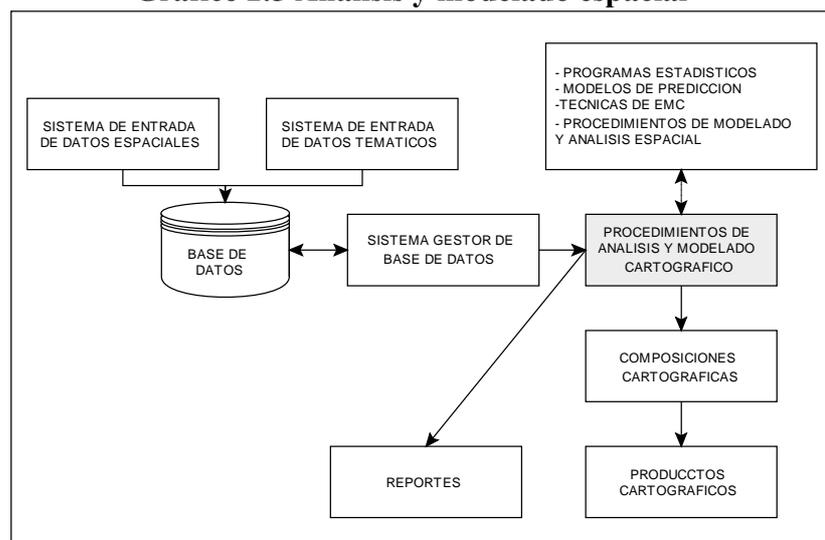
Es un procedimiento que combinando el SIG y técnicas de evaluación multicriterio facilita encontrar las mejores localizaciones para situar los distintos usos del suelo que deseamos realizar en una región.¹²

El modelado espacial facilita procesos para generar datos o nuevos productos a partir de datos reales con determinadas condiciones, llegando a dar soluciones a los problemas espaciales complejos. Por lo tanto el SIG es una de las herramientas más acertadas para realizar localizaciones espaciales, actualmente se están desarrollando otros tipos de software integrales como son los Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE).

Los SIG con la integración de operaciones de modelado espacial, incrementan su potencial pudiendo ser utilizados como un importante medio para la toma de decisiones a nivel local/regional.¹³

Las instalaciones pueden clasificarse en dos categorías: las que generan efectos beneficiosos y las que generan efectos perjudiciales que suelen ocasionarse por cualquier actividad humana sobre el medio ambiente.

Gráfico 2.5 Análisis y modelado espacial



Fuente: SIG y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio; M. Gomez, I. Barredo; 2005

¹² Barredo Cano, 1995

¹³ SIG y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio; M. Gómez, I. Barrado; 2005; p 39

2.7.1 MODELOS DE LOCALIZACIÓN ÓPTIMA PARA INSTALACIONES INDESEABLES¹⁴

Hay actividades cuyas instalaciones o lugar de ejecución en lugar de considerarse como deseables, provocan rechazo, riesgo, malestar. En tales casos, emerge de forma natural el deseo de distanciarse de las mismas, para evitar los impactos negativos que estos generan.

Por lo tanto para solucionar la localización de instalaciones indeseables, se fundamenta en minimizar los efectos negativos o perjuicios que generan. Podría decirse que al tomar en cuenta estos problemas surge la confluencia entre la teoría de la localización y la preocupación ambiental, de los cuales podemos citar los siguientes modelos:

- Problema Maxisum: Consiste en maximizar la suma de todas las distancias ponderadas por la población, que separan a las instalaciones no deseables de los centros poblados.
- Problema Maximin: Consiste en la maximización de la distancia mínima entre cualquier lugar afectable y la instalación no deseable mas cercana al mismo.
- Problema de Anticobertura: Consiste en reducir al mínimo la población que quedaría dentro del área de influencia de las instalaciones.
- MinMaxSum: Consiste en buscar simultáneamente minimizar la distancia recorrida por la red de transporte para acceder a las instalaciones y maximizar la distancia ente la población y las instalaciones no deseables.

EL PROBLEMA MAXISUM

Los efectos negativos dependen de la distancia entre los focos de malestar, por lo tanto es aconsejable buscar que el impacto sea el menor y una forma de hacerlo es tomando en cuenta no solo las distancias, sino también la población que es afectada. Una medida conveniente del impacto en cada lugar vendría dada por el producto de la población y la distancia a la instalación más próxima.

Dado un número limitado de instalaciones a abrir, averiguar de entre los emplazamientos posibles, el conjunto que maximizaría la distancia ponderada por la

¹⁴ SIG y localización de instalaciones y equipamientos, J. Bosque, A. Moreno; 2004

población entre las instalaciones y los lugares poblados, asignando a cada lugar a la instalación más próxima.¹⁵ La formalización de la expresión anterior sería:

$$\text{Maximizar } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_i t_{ij} x_{ij}$$

Donde:

$i = 1, \dots, m$	Índice de los puntos de demanda
$j = 1, \dots, n$	Índice de los sitios aptos para acoger instalaciones
d_i	Demanda en el lugar i
t_{ij}	Coste de transporte del punto de demanda i al centro en j
x_{ij}	Proporción de la demanda de i asignada al centro j

2.8 ÁREAS DE INFLUENCIA¹⁶

Es el ámbito donde se manifiestan los posibles impactos ambientales y socioculturales ocasionados por las actividades mineras. Para determinar el área de influencia de un determinado proyecto se analiza tres criterios: límite del proyecto, límites espaciales-administrativos, límites ecológicos que tienen relación con el alcance geográfico y las condiciones iniciales del ambiente previo a la ejecución. Se puede considerar tres tipos de áreas de influencia:

- Área de influencia directa: Son zonas dentro del área de construcción del proyecto, que son impactadas directamente.
- Área de influencia indirecta: Son zonas dentro del área del proyecto que son impactadas indirectamente.
- Área de influencia regional: Esta área involucra zonas impactadas fuera del proyecto, donde se incluye a las poblaciones circundantes.

¹⁵ Daskin, 1995, pp 366-371

¹⁶ WALSH, 2004

2.9 ÁREAS SENSIBLES¹⁷

La sensibilidad es el grado de vulnerabilidad de cada elemento ambiental, en un área determinada frente a las acciones que se van a ejecutar lo que conlleva impactos, efectos o riesgos. La mayor o menor sensibilidad dependerá de las condiciones o estado de situación del área donde se va a desarrollar un proyecto.

El análisis de vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica, contribuyendo al conocimiento del riesgo a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso. Se definen áreas socio-ambientales vulnerables a las actividades humanas de acuerdo al grado de sensibilidad para cada elemento ambiental identificado en el área de estudio.

2.10 ANÁLISIS DEL RIESGO¹⁸

La definición del riesgo es cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el Medio Ambiente que ocupa una comunidad determinada, que sea vulnerable a ese fenómeno.

El riesgo, se obtiene de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. En resumen, para evaluar el riesgo deben seguirse tres pasos: la evaluación de la amenaza o peligro; el análisis de la vulnerabilidad y la estimación del riesgo como resultado de relacionar los dos parámetros anteriores, los cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo.

La evaluación de riesgos debe tomarse en cuenta, tanto para las consecuencias potenciales de un peligro, como para la probabilidad de que esa consecuencia se materialice.

¹⁷ ENTRIX, 2005

¹⁸ Los Desastres no son Naturales, A. Maskrey; 1993

2.11 ACTIVIDAD MINERA

La actividad minera se la puede desarrollar a cielo abierto o subterránea, para los recursos pétreos generalmente se realiza la extracción a cielo abierto que consiste en la extracción por separado de la totalidad del material mineral y material estéril que se encuentra en el depósito o yacimiento, hasta una profundidad determinada por las condiciones propias del yacimiento, esencialmente es una excavación abierta al aire para extraer el recurso mineral del subsuelo.

Este sistema se emplea cuando la relación entre el volumen de estéril y de mineral (toneladas, mt³, onzas) permita una explotación económicamente rentable. Esta minería ofrece, entre otras ventajas un mayor grado de mecanización, seguridad y mayores volúmenes de extracción que la minería subterránea.

2.11.1 MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN

Existe un sin número de métodos de explotación a cielo abierto que se pueden clasificar en cuatro grandes grupos, teniendo en cuenta los más utilizados en el país: Tajo Abierto (Open Pit), Minería de Cajón o Descubiertas (Strip-mining), Minería de Contorno (Contour Mining) y Métodos Mixtos o Especiales, a continuación se realiza una descripción general de éstos y sus principales características.

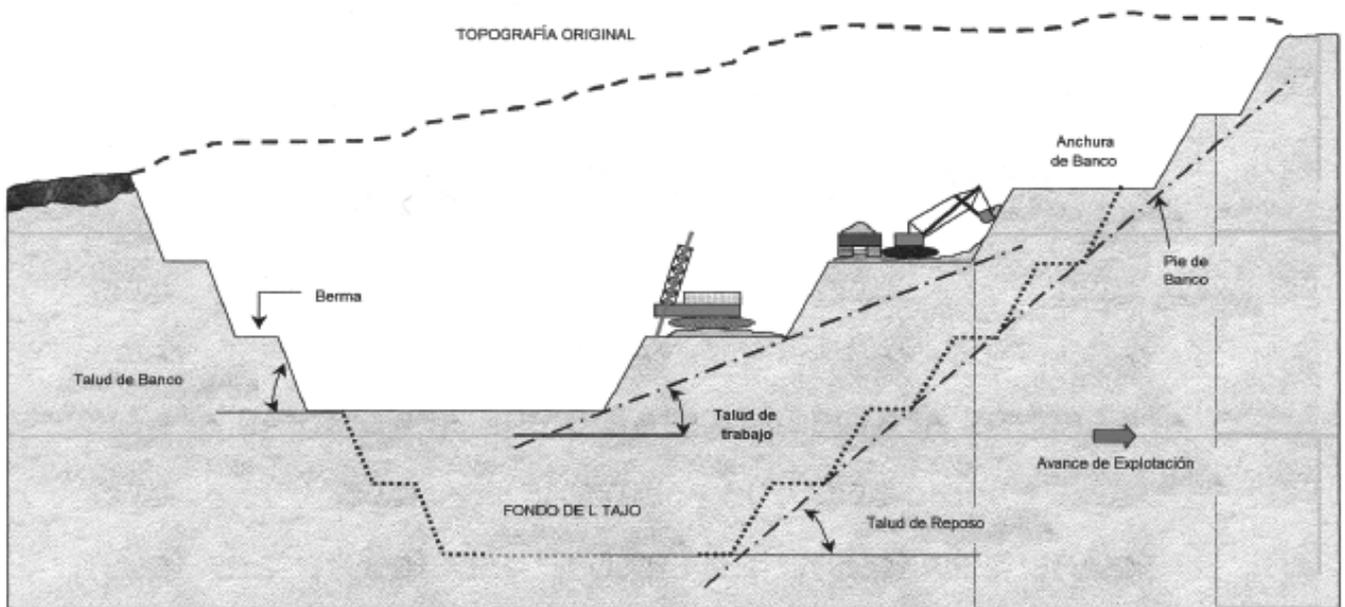
MINERIA TAJO ABIERTO

Es el método mas avanzado técnicamente, se caracteriza por mover grandes volúmenes de material estéril, el diseño comprende una serie de bancos de extracción ubicados en el macizo rocoso o mineralizado, que por su buzamiento obligan a una profundización de la excavación. Los materiales estériles pueden ser dispuestos en la parte externa o interna del tajo. En este tipo de explotación se puede realizarse de manera longitudinal, transversal o mixta.

Características:

- Extracción del estéril con voladura o medios mecánicos.
- Conjunto de capas con espesores variables.
- Valores mínimos de corte.
- Minerales marginales.
- Capas con inclinaciones superiores a 20°.
- Capacidad portante de la roca.

Gráfico 2.6 Método de Minería a Cielo Abierto de Tajo Abierto



Fuente: Introducción a la Geología y Minería al Carbón para Ingenieros, 1991

MINERÍA DE CAJÓN O DESCUBIERTAS

Aplicable principalmente a yacimientos sedimentarios, de capas con bajos buzamientos y poco espesor, altas relaciones de descapote, en las que se permite el manejo de dos bancos uno superior de estéril y el otro que comprende el espesor del cuerpo mineral.

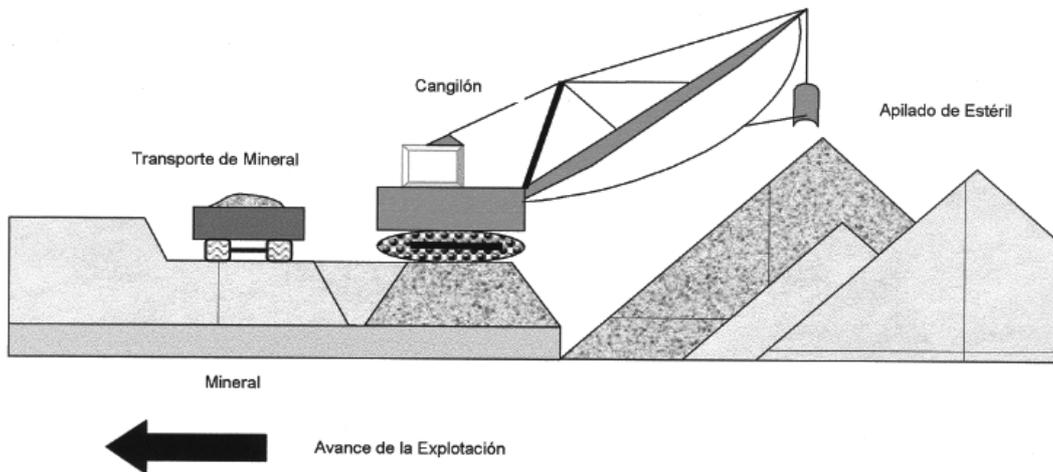
Su característica principal está en el aprovechamiento de la excavación como vertedero del material estéril removido en el primer ciclo. Se distinguen dos métodos principales dependiendo del tipo de maquinaria a emplear:

- El método alemán emplea: retroexcavadoras y rotopalas.
- El método americano emplea: excavadoras y dragalinas.

Características:

- Buzamiento menor a 10° o casi horizontales.
- Grandes reservas.
- Rocas blandas.
- Alta relación de descapote.
- Pocas capas.
- Uno o dos bancos.
- Posibilidades de implementación de tecnología de gran capacidad.

Gráfico 2.7 Método de Minería a Cielo Abierto de Cajón



Fuente: Introducción a la Geología y Minería al Carbón para Ingenieros, 1991

MINERÍA DE CONTORNO

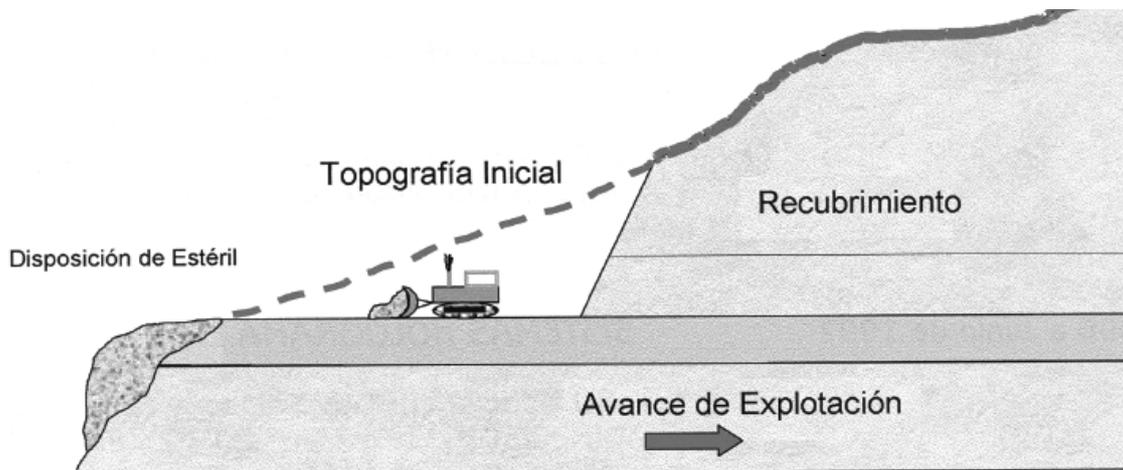
Consiste en excavar una trinchera abierta a lo largo de toda la longitud del afloramiento, el estéril removido se deposita sobre la ladera, para el movimiento del estéril se emplea bulldozer con ripper, el cual empuja directamente este material.

En algunas ocasiones se fragmenta el material con explosivos, los equipos frecuentemente empleados son: palas hidráulicas, retroexcavadoras, bulldozer, camiones y cargadoras.

Características:

- Económico y sencillo en pequeños yacimientos.
- Requiere poco tiempo de preparación y poco personal.

Gráfico 2.8 Método de Minería a Cielo Abierto de Contorno



Fuente: Introducción a la Geología y Minería al Carbón para Ingenieros, 1991

MÉTODOS MIXTOS O ESPECIALES

Se aplica en aquellos yacimientos en los que, por sus características geológicas y por los aspectos tecnológicos, llegan al límite de explotación por el sistema de Cielo Abierto, y se hace necesario continuar la extracción de manera subterránea. Igualmente, cuando se aplica una minería de contorno que deja una porción de reserva sin extraer.

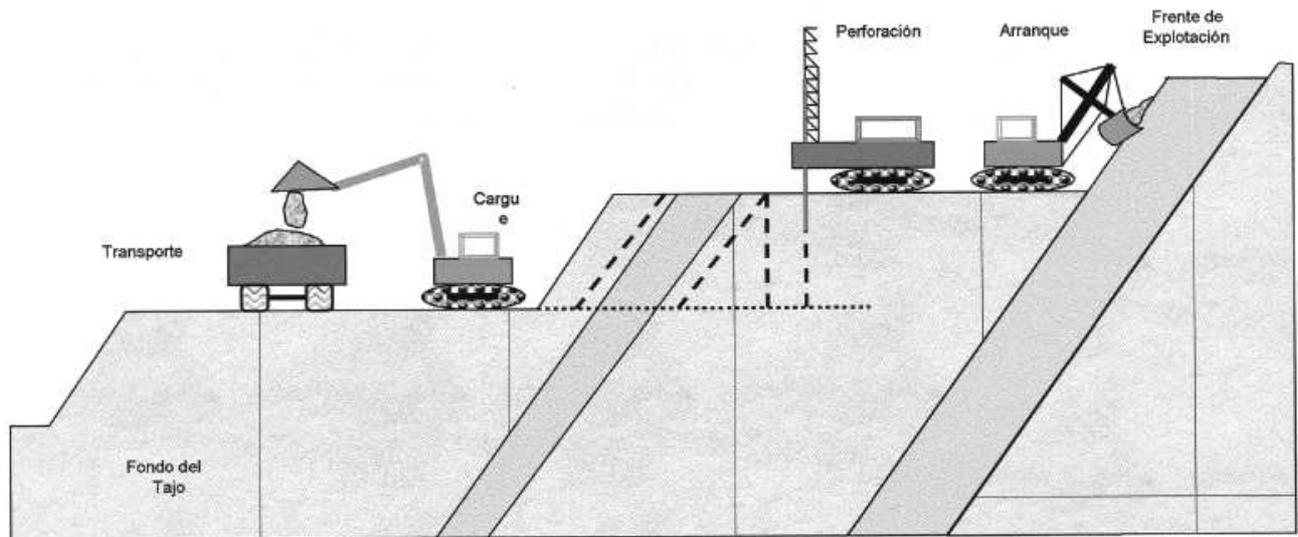
Se requiere de una tecnología avanzada y exige una preparación de bancos para situar la maquinaria de arranque, dentro de este método se pueden aplicar los siguientes sistemas: Tajo largo y Auger mininig.

Características:

- Espesores mayores a 1 m.
- Continuidad lateral y vertical del cuerpo mineral.

- Inclinación menor a 5° o a mayores de 70° .
- Gran recubrimiento de estéril.

Gráfico 2.9 Método de Minería a Cielo Abierto Mixto



Fuente: Introducción a la Geología y Minería al Carbón para Ingenieros, 1991

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La metodología empleada en la elaboración de esta Propuesta de Plan de Manejo inició con la recopilación de información documental sobre el Marco Legal en la que está inmersa la provincia de Galápagos y la actividad minera.

- Ley Orgánica de Régimen Especial para la Galápagos (LOREG).
- Reglamento de la LOREG.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), libro VII.
- Plan de Manejo del Parque Nacional Galápagos.
- Estatuto Administrativo del Parque Nacional Galápagos.
- Ley de Minería.
- Reglamento de la Ley de Minería.
- Reglamento Ambiental de las Actividades Mineras.
- Reglamento de Seguridad Minera.

Recopilación de la información sobre bibliografía y estudios anteriores en la isla sobre los Recursos Naturales.

- Inventario Cartográfico de los Recursos Naturales, Geomorfología, Vegetación, Hídricos, Ecológicos y Biofísicos de las Islas Galápagos Ecuador; realizado por INGALA – PRONAREG – ORSTOM.
- Estudio de Impacto Ambiental para la construcción del complejo eólico en el Cerro Tropezón en la Isla San Cristóbal, Galápagos; realizado por WALSH, 2004.

- Estudio de Impacto y Plan de Manejo Ambiental para el ingreso del Crucero MV Discovery con 500 pasajeros a la isla San Cristóbal, Galápagos; realizado por WALSH, 2005.

Recopilación e interpretación de la información cartográfica y espacial, de las diferentes instituciones como Parque Nacional Galápagos, Estación Científica Charles Darwin, Instituto Nacional Galápagos.

- Imagen SPOT, disponible en la Fundación Charles Darwin, tomada en el año 2000.
- Cartografía disponible levantada por el INGALA – PRONAREG – ORSTOM escala 1:50.000 y 1:100.000, en el año 1989.
- Cartografía de los límites del Parque Nacional Galápagos, realizada por Dirección del PNG, en el año 2001.

3.2 LÍNEA BASE AMBIENTAL

3.2.1 COMPONENTE FÍSICO

La información de la Geología de la isla se tomó del “*Geological Society of America Bulletin*” de Mayo de 1986, con tema “*Geology and petrogenesis of lavas from San Cristobal Island, Galápagos Archipelago*” que fue desarrollada por Dennis J. Geist, Alexander R. Macbirney, y Robert A. Duncan, el documento está en inglés por lo que se procedió a traducirlo.

La información de la Geomorfología, Recursos Hídricos, Suelos, Uso actual del suelo de la isla fue tomada del “Inventario Cartográfico de los Recursos Naturales, Geomorfología, Vegetación, Hídricos, Ecológicos y Biofísicos de la Islas Galápagos Ecuador”, desarrollada por el INGALA-PRONAREG-ORSTOM en 1989.

La información general del Clima se tomó de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), mientras que los datos meteorológicos se tomó de la “Jeradiosonda San Cristóbal” encargada de la estación meteorológica del aeropuerto.

Para el análisis del paisaje se tomó la metodología del libro “*Environmental Impact Assessment*” desarrollada por Canter en 1996, que mediante una matriz de interacción simple relaciona a los componentes Físicos, Bióticos, Arqueológicos con factores como: Estado Natural, Escasez, Estética e Importancia para la conservación, dándoles una caracterización cuantitativa, para determinar el estado de calidad del paisaje natural.

3.2.2 COMPONENTE BIÓTICO

Para el componente Biótico Flora se tomó en cuenta la clasificación de las formaciones vegetales del “Inventario Cartográfico de los Recursos Naturales, Geomorfología, Vegetación, Hídricos, Ecológicos y Biofísicos de la Islas Galápagos Ecuador”, desarrollada por el INGALA-PRONAREG-ORSTOM en 1989. Además se realizó un inventario cuantitativo de flora en potenciales áreas de explotación, se diseñó el alcance del trabajo de campo. La campaña de campo se realizó en el mes de octubre del 2007, durante un período de tres a cinco días de muestreo con guardaparques del PNG.

La metodología usada para el inventario de Flora fue asesorada por un Biólogo, en cada área potencial de explotación se ubicaron 2 transectos lineales de 50m x 2m, cuyos límites fueron determinados con cinta métrica e indicados con cinta de marcaje, y finalmente delimitados con piolas cada 10m, dentro del transecto. En el transecto se identificaron, tabularon midieron y documentaron todos los árboles con Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) igual o superior a 10 cm. (Cerón, 1993). La identificación de las especies se la realizó en el campo gracias al conocimiento y experiencia de los guardaparques del PNG.

La información para el diagnóstico de la Fauna se tomó de varios reportes e inventarios de fauna de la Estación Científica Charles Darwin (FCD), PNG y WALSH, así como el conocimiento y experiencia de los guardaparques del PNG.

3.2.3 COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

Para la caracterización del componente socioeconómico se tomó en cuenta el censo del año 2006 realizado en la provincia de Galápagos por el INEC, INGALA, Cooperación Italiana y la UNDP. Estos datos del censo fueron procesados y desarrollados en el software “Redatam+SP”, para encontrar cifras estadísticas de la Distribución de la Población, Población Económicamente Activa y Vivienda, mientras que para cifras de educación se tomó del Departamento de Estadística del la Dirección Provincial de Ecuación de la provincia de Galápagos.

3.2.4 CARATERIZACIÓN DEL RECURSO MINERO

Para la caracterización del recurso minero se recopiló e interpreto la información de varios estudios y pruebas de laboratorio realizadas en las minas existentes, con el asesoramiento de un Ingeniero Civil, el tipo de pruebas de laboratorio de nuestro interés son las siguientes: Granulometría, Prueba de abrasión de los Ángeles y Análisis de absorción.

3.3 DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA, ÁREAS SENSIBLES Y ANÁLISIS DEL RIESGO

3.3.1 DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA¹⁹

Para determinar el área de influencia es necesario determinar y enumerar, las fases que se desarrollarán en el proyecto las cuales son: construcción y montaje, arranque, transporte y almacenamiento, cierre y abandono. Para relacionar las fases del proyecto frente a cada uno de los factores físicos, bióticos, social cultural mediante una pequeña matriz causa efecto, en la cual se identifican si el área de influencia es directa, indirecta o regional.

¹⁹ WALSH

Es importante recalcar que cada fase propuesta tiene un área de influencia distinta para cada componente ambiental y social. Muchos de los impactos potenciales de las actividades están confinados a nivel local, en algunos casos, los impactos potenciales son regionales y se extienden más allá del área del proyecto.

3.3.2 DETERMINACIÓN DE ÁREAS SENSIBLES²⁰

Para determinar las áreas sensibles es necesario separar la sensibilidad para cada medio: físico (suelo), biótico (flora y fauna), socioeconómico; y relacionarla mediante una matriz de interacción simple, a potenciales factores de sensibilidad, para encontrar estos factores de sensibilidad necesitamos el asesoramiento de un Biólogo. La sensibilidad se caracterizó de la siguiente manera: alta, media y baja.

Para el medio físico el suelo se identifica como un componente sensible, y se relaciona con factores de sensibilidad como: pendiente, erosión, drenaje, compactación. Para el medio biótico se identifica a la flora como componente sensible, y se relaciona con factores de sensibilidad como: unidades ecológicas, especies de importancia, hábitat, cubierta vegetal y el estado de conservación actual; mientras que la fauna también es un componente sensible y se relaciona con factores de sensibilidad como: cambios en el hábitat, cambios en los niveles de ruido y contaminación de agua, suelo o aire. Para el medio socioeconómico se identifica a las poblaciones situadas en el área de influencia indirecta o regional y se relaciona con factores de sensibilidad como: potencial de empleo, expectativas de la población y niveles de ruido.

3.3.3 ANÁLISIS DEL RIESGO²¹

El propósito principal del análisis del riesgo es determinar los peligros que podrían afectar al ambiente y a las obras, sobre la base de la información generada en la línea base o diagnóstico se identifican los potenciales riesgos del proyecto al ambiente. Los riesgos identificados como potenciales son evaluados sobre la base de una matriz de riesgo que

²⁰ WALSH

²¹ ENTRIX

califica al componente en base a la probabilidad de ocurrencia del fenómeno y las consecuencias que podría tener el mismo.

Para la matriz de riesgos, se adoptó la metodología del “Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador” (Fundación Natura, 1996), la probabilidad de ocurrencia es calificada de 1 a 5, donde el valor de 5 corresponde a una ocurrencia muy probable, de por lo menos una vez por año y el valor de 1 corresponde a una ocurrencia improbable o menor a una vez en 1000 años mientras que las consecuencias son calificadas en una escala de A hasta E, donde A corresponde a consecuencias no importantes, y E en consecuencias catastróficas.

3.4 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Previo a la identificación y evaluación de impactos, se realiza la identificación de los Aspectos Ambientales Significativos (AAS) para determinar los Impactos Ambientales Significativos (IAS) que se pueden presentar en el proyecto, mediante una lista de chequeo o matriz de aspectos ambientales significativos, que relaciona las actividades del proyecto y su interacción con el medio, el cual deriva en un aspecto ambiental.

Con la información de los Aspectos Ambientales Significativos (AAS) procedemos a evaluar los impactos del proyecto, mediante el uso de la Matriz de Causa-Efecto con la variación del la Matriz de Leopold, siguiendo el procedimiento a continuación detallado:

- Determinar las actividades o acciones que ejercerá el proyecto sobre el área.
- Determinar para cada acción, que factores socio-ambientales son afectados.
- Determinar la Importancia (I) de cada factor socio-ambiental mediante el método Delphi, es decir mediante criterios técnicos del equipo que colaboró en el presente estudio en una escala de 1 a 10.
- Determinar la Magnitud (M) de cada actividad del proyecto sobre cada factor socio-ambiental, tomando en cuenta el patrón de comparación de Carácter, Probabilidad, Duración, Recuperación, Intensidad y Extensión; caracterizando cuantitativamente cada uno de los patrones de comparación mediante el método

Delphi, llegando a cuantificar la magnitud en una escala de -10 a 10 mediante la siguiente expresión tomada de ENTRIX:

$$M = \text{Carácter} * \text{Probabilidad} * (\text{Duración} + \text{Recuperación} + \text{Intensidad} + \text{Extensión})$$

- Determinar la Afectación (A) en porcentaje en función de la Magnitud e Importancia mediante la siguiente expresión tomada de ENTRIX:
 $\text{Afectación} = \text{Magnitud} * \text{Intensidad}$.
- Determinar cuantas actividades del proyecto afectan al ambiente, desglosándolas en positivas y negativas.
- Determinar cuantos factores ambientales socio-ambientales son afectados por el proyecto, desglosándolos en positivas y negativas.

3.5 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) se diseñó en base a la evaluación de los impactos ambientales para la “Propuesta de Plan de Manejo Minero Ambiental para la extracción y aprovechamiento del recurso pétreo en la Isla San Cristóbal”, cuyo objetivo es prevenir, eliminar, minimizar y mitigar los impactos que afecten al ambiente, y brindar protección a las zonas de interés humano y ecológico, dentro del área del proyecto.

El PMA se ha diseñado como un manual de campo donde se proveen las guías ambientales que regirán las actividades del proyecto. Este manual será utilizado por los concesionarios mineros y entidades de control ambiental en este caso el PNG. Es importante señalar que este PMA, para ser aplicado, debe ser complementado con el Marco Legal de las Leyes Ambientales y Mineras del Estado Ecuatoriano.

3.5.1 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

La Prevención y Mitigación de Impactos, corresponde a las acciones tendientes a minimizar los impactos significativos sobre el ambiente en las diferentes fases de operaciones mineras. Los cuales se desarrollarán individualmente en un formato tipo ficha en la que constará los procesos relacionados al impacto significativo, fecha de realización,

título del plan, objetivo del programa, descripción del programa, actividades del programa, personero responsable y fecha límite.

3.5.2 PLAN DE CONTINGENCIAS

El Plan de Contingencias (PDC) unifica y proporciona estándares para enfrentar una potencial emergencia, que pueda ocurrir en sus instalaciones, por lo que se rige a normas y procedimientos de responsabilidad socio-ambiental del concesionario y la Legislación Ambiental aplicable en el Ecuador.

En caso de una emergencia, se deberá hacer una valoración de los sitios afectados, de acuerdo a sus características ecológicas, con esta valoración se tomarán las medidas pertinentes para reducir al mínimo los impactos. El PDC debe posibilitar la participación activa y la cooperación de las autoridades y comunidad en general. Se debe tener en cuenta que la primera estrategia en un PDC es la de prevenir los posibles riesgos, que se puedan presentar, con el fin de minimizar su probabilidad de ocurrencia o eliminarla.

El PDC consta de los siguientes procedimientos: Objetivos y Alcance, Programa ante la Crisis (testigo del evento, comunicaciones, procedimiento y organigrama de notificación) y Procedimientos generales en emergencias.

3.5.3 PROGRAMAS Y PLANES AFINES

Los Programas y Planes afines son: Programa de Educación Ambiental y Comunicación, Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas, Plan de Abandono y Entrega del Área, no tienen una metodología establecida puesto están directamente relacionados a la identificación y evaluación de los impactos significativos, por lo tanto son normas de recomendación en base a la normativa legal, a la realidad del proyecto y a experiencias de anteriores Estudios de Impacto Ambiental.

3.5.5 PLAN DE MONITOREO

Es un procedimiento válido para verificar la eficacia de la ejecución de las medidas para el cuidado ambiental, para realizar el monitoreo se seleccionan indicadores específicos para cada medio (físico, biótico, social) como: Sitios de muestreo, Parámetros de medición, Frecuencia de muestro, Tipos de muestras, Equipos de Muestreo; por medio de los cuales se pueden identificar los cambios que está generando el proyecto. En estos indicadores se seleccionan parámetros de monitoreo son coordinados y asesorados por el equipo colaborador del estudio.

Los datos obtenidos en el monitoreo permiten reevaluar acciones con el fin de corregir, minimizar o mitigar los posibles impactos significativos.

3.6 MODELAMIENTO PARA LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE INSTALACIONES²²

Hay instalaciones cuyas funciones o actividades provocan rechazo, riesgo o malestar por lo que emerge la necesidad de distanciarse de éstas para evitar los efectos o impactos negativos que estas generan. La metodología establecida para este modelamiento fue tomada del libro “SIG y localización de instalaciones y equipamientos”, (Bosque J, Moreno A; 2004), mediante el modelo “Problema Maxisum” que consiste en la maximización de la distancia mínima entre cualquier lugar afectable y la instalación no deseable más cercana al mismo, la estructuración, procesamiento y modelamiento se desarrolló en el software ArcGIS 9.0, del cual se puede establecer los siguientes procedimientos:

- Recolección de la información digital elaborada por el PNG y otras instituciones, en datos tipo vector.
- Definición de los parámetros: minero ambientales (formaciones vegetales, zonificación del PNG, geomorfológico), sociales (áreas pobladas, vial).
- Estructuración de las coberturas de aspectos ambientales y sociales.

²² SIG y localización de instalaciones y equipamientos; Bosque J, Moreno A; 2004

- Procesamiento y caracterización de las coberturas ambientales y sociales, mediante la conversión a datos raster de las coberturas de datos vector y reclasificándolos para su caracterización.
- Modelamiento mediante la sumatoria de los aspectos ambientales y sociales (álgebra de mapas), para encontrar sitios óptimos para la explotación de materiales pétreos.
- Resultados del modelamiento y caracterización de las áreas óptimas para la explotación.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE LA LÍNEA BASE AMBIENTAL

4.1 MARCO LEGAL

4.1.1 MARCO LEGAL DE LA MINERÍA

El Marco Legal de la actividad minera en Ecuador está regulada por la Ley de Minería publicada en el Registro Oficial No. 695 emitido en 1991. Esta Ley da disposiciones fundamentales: del ámbito de aplicación, del dominio del estado, de los derechos mineros, zonas mineras, de los sujetos de derecho minero, de la actividad minera nacional, de las fases de la actividad minera. Acerca de la política minera establece su formulación, ejecución y administración sobre los recursos mineros, establece los derechos y obligaciones de los titulares mineros, extinción de los derechos mineros, de los contratos mineros, de los regímenes especiales, de las disposiciones tributarias económicas, de la jurisdicción y competencia minera.

En el Cuadro 4.1, analizaremos las leyes, reglamentos y normas referentes a la minería de recursos pétreos y materiales de construcción.

Cuadro 4.1 Marco legal de la actividad minera

TIPO	NOMBRE	TÍTULO	ARTICULOS
LEY	LEY DE MINERÍA, Decreto de Ley No.126 RO/ 695 de 1991	TÍTULO X, DE LOS REGÍMENES ESPECIALES CAPÍTULO II, DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	147,148
REGLAMENTO	REGLAMENTO GENERAL PARA LA LEY DE MINERÍA, Decreto Ejecutivo No. 1415	TÍTULO V, DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN CAPÍTULO I, DE LAS CONCESIONES DE	50, 51, 52 53

	RO/ 307 de 2001	EXPLOTACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	
		TÍTULO V, DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN CAPÍTULO II, LIBRE APROVECHAMIENTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	54, 55, 56
REGLAMENTO	REGLAMENTO AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES MINERAS, Decreto Ejecutivo No. 625 RO/ 151 de 1997	CAPÍTULO IV, NORMAS AMBIENTALES PARA ACTIVIDADES MINERAS EN ÁREAS DE PATRIMONIO FORESTAL DEL ESTADO Y BOSQUES Y VEGETACIÓN PROTECTORES	19, 20, 21
		CAPÍTULO VIII, NORMAS AMBIENTALES APLICABLES EN ACTIVIDADES DE EXPLOTACIÓN Y TRATAMIENTO DE MINERALES	57
REGLAMENTO	REGLAMENTO DE SEGURIDAD MINERA, Decreto Ejecutivo No. 3934 RO / 999 de 1996	CAPÍTULO XII, DE LAS ACTIVIDADES MINERAS A CIELO ABIERTO Y CANTERAS	93, 94, 95, 96, 97 , 98, 99, 100, 101, 102, 103

Elaborado por: Autor

Las actividades como la explotación y el aprovechamiento de la minería de los recursos pétreos están normadas y reguladas por la Ley de Minería y por los Reglamentos: de la Ley de Minería, de la Seguridad Minera y del Reglamento Ambiental de las Actividades Mineras.

4.1.2 MARCO LEGAL AMBIENTAL

El Marco Legal ambiental para la provincia de Galápagos está regulada por la Ley Orgánica de Régimen Especial de Galápagos (LOREG) publicada en el Registro Oficial No. 278 emitido en 1998, y el Plan de Manejo de la Dirección del Parque Nacional Galápagos publicada en el Registro Oficial No.23 emitido en el 2005 los cuales disponen

que se establezcan las restricciones al ejercicio de determinados derechos y libertades para proteger el medio ambiente.

En el cuadro 4.2, analizaremos las leyes, reglamentos, planes ambientales referentes a la minería de recursos pétreos y materiales de construcción.

Cuadro 4.2 Marco legal ambiental para Galápagos

TIPO	NOMBRE	TÍTULO	ARTICULOS
LEY	LEY ORGÁNICA DE REGIMEN ESPECIAL DE GALÁPAGOS , RO No.278 de 1998	TÍTULO I DEL MARCO INSTITUCIONAL CAPÍTULO III DE LA SECRETARÍA TÉCNICA DEL INGALA	10
		TÍTULO VII, INFRACCIONES Y SANCIONES	69
LEY	TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA, RO No.725 de 2002	LIBRO VII DEL RÉGIMEN ESPECIAL: GALÁPAGOS IV. DIRECTRICES PARA LA CONSERVACIÓN Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE GALÁPAGOS 2. Directrices para garantizar la Sustentabilidad Ecológica Terrestre, la conservación de su biodiversidad y el control total de especies introducidas.	pag. 570
PLAN	PLAN DE MANEJO DEL PARQUE NACIONAL GALÁPAGOS / RO No.23 del 2005	CAPÍTULO 9: ZONIFICACIÓN PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MANEJO DEL PARQUE NACIONAL GALÁPAGOS TÍTULO: REDES DE SITIOS DE USO PÚBLICO ESPECIAL SUBTÍTULO: SITIOS DE SERVICIOS ESPECIALES	pags. 127, 128, 129
ESTATUTO	ESTATUTO ADMINISTRATIVO DEL PARQUE NACIONAL GALÁPAGOS	TÍTULO SEGUNDO DE LA PROTECCIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES Capítulo I DE LA PROTECCIÓN Y	5

		CONTROL DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES	
		TÍTULO SEGUNDO DE LA PROTECCIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES Capítulo II DEL USO, APROVECHAMIENTO Y MANEJO SUSTENTABLE DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES.	7
		TÍTULO SEGUNDO DE LA PROTECCIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES Capítulo II DEL USO, APROVECHAMIENTO Y MANEJO SUSTENTABLE DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES. Sección 1ª De los Permisos para la extracción de recursos pétreos, hídricos o madereros de especies introducidas	9

Elaborado por: Autor

En el capítulo 9 del Plan de Manejo del PNG, menciona sobre la Zonificación para el Ordenamiento Territorial y Manejo estableciendo una Red de Sitios de Uso Público en el Espacio Natural, la cual se divide en dos redes:

- **Red de Sitios de Uso Público Ecoturístico²³**: Son sitios repartidos por diferentes islas del archipiélago que presentan elementos paisajísticos, geóticos, bióticos o históricos representativos de Galápagos y que por las condiciones de accesibilidad soportan la presencia de visitantes, de manera individual o colectiva y de forma autoguiada o guiada.
- **Red de Sitios de Uso Público Especial²⁴**: Son sitios que son utilizados actualmente y que por las actividades que están soportando, mantienen ecosistemas muy degradados, tanto en su estructura como funcionamiento y por estar dentro de los límites del Espacio Natural, deben estar claramente limitados y regulados; pueden ser: edificaciones, instalaciones, canteras o vertederos. En esta red se establecen sitios que son destinados unos a la extracción de recursos pétreos y otros a brindar el servicio de vertederos de desechos sólidos, las normas de uso y control para la explotación de pétreos se encuentra en el Cuadro 4.3.

La superficie de los Sitios de Servicios Especiales que se han entregado y los que a futuro se entregaren bajo convenio de préstamo de uso de terrenos, es considerada como parte del 2% que la LOREG establece en el Artículo 10, numeral 7.²⁵

En el Plan de Manejo (PM) del PNG se establece un conjunto de normas generales aplicables para el uso de los sitios de servicios especiales, además se incorporan programas en los cuales constan objetivos y acciones generales. Actualmente estas acciones que son para los programas establecidos en el PM, no se encuentran desarrollados y se da paso a la investigación y ésta es la base para el desarrollo del presente proyecto de tesis.

²³ Plan de Manejo del Parque Nacional Galápagos, 2005

²⁴ Plan de Manejo del Parque Nacional Galápagos, 2005

²⁵ Plan de Manejo del Parque Nacional Galápagos, 2005

Cuadro 4.3 Normas de uso y control para la explotación de pétreos en la red de sitios de uso público

Uso	Normas de Uso	Normas de Control
<p>Extracción controlada y limitada de material pétreo. Esta actividad es incompatible con los objetivos del espacio natural pero se desarrolla para atender necesidades básicas de los habitantes de Galápagos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. La extracción se hará cumpliendo con las disposiciones y criterios establecidos en el programa 2.1 del PM vigente. 2. La extracción del material pétreo se realizará en base al ordenamiento y regulaciones de los Planes de Uso de material pétreo para las minas. 3. Los Planes de Uso de material pétreo deberán contener: <ul style="list-style-type: none"> • <u>Plan de mitigación de impactos:</u> Corresponde a las acciones tendientes a minimizar los impactos negativos sobre el ambiente en la construcción, operación y cierre de operaciones de las actividades mineras. • <u>Plan de contingencias:</u> Comprende el detalle de las acciones para enfrentar los eventuales accidentes en la infraestructura o manejo de insumos, en los trabajos de ambiente en la construcción, operación y cierre de operaciones de las actividades mineras. • <u>Plan de medidas compensatorias:</u> Comprende el diseño de actividades tendientes a lograr el establecimiento de consensos entre la comunidad directamente involucrada con el proyecto, la DPNG y la entidad administradora de la mina. Se incluirán medidas de difusión de la o del EIA. Estos acuerdos deben permitir la disminución de los efectos negativos y la optimización de las acciones positivas. 4. La extracción de materiales pétreos se realizará únicamente con un permiso de la DPNG. 5. Los usuarios y administradores deben colaborar, sin remuneración, al monitoreo y manejo del aérea explotada para proporcionar la restauración del ecosistema nativo y prevención del rebrote o supervivencia de las especies exóticas. 6. No se permite el ingreso de animales domésticos. 7. Los usuarios identificarán áreas nuevas de explotación en el espacio humano para un cambio progresivo en el mediano plazo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La DPNG, con base a estudios técnicos debe delimitar y confinar este tipo de actividad extractiva procurando minimizar el flujo de efectos que puedan afectar al espacio natural adyacente. 2. La DPNG debe vigilar el cumplimiento de las regulaciones establecidas en los planes de manejo de las canteras. 3. La extracción se realizará según los programas 1.1 y 2.1 definidos en el PM vigente del PNG. 4. Una vez cumplida la capacidad de extracción el área debe ser cerrada definitivamente y restaurada. 5. Se establecerá un programa de monitoreo ecológico, cuyo costo pagará el usuario directamente o a través del costo de su permiso de uso. 6. El uso puede terminarse o modificarse de existir impactos significativos que afecten las zonas periféricas.

Fuente: Plan de Manejo del PNG

4. 2 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

4.2.1 GEOLOGÍA²⁶

Las islas centrales y orientales del Archipiélago están constituidas por edificios volcánicos más antiguos y por lo tanto más erosionados, presentan una topografía compleja, por ejemplo han perdido casi completamente las calderas de cumbre que han sido rellenadas por flujos de lava y son difíciles de reconocer.

La parte sur-oeste de la Isla San Cristóbal pertenece al grupo central sur, compuesto por las islas Floreana y Santa Cruz (Hall, 1977), parecen ser ruinas de escudo volcanes más antiguos que no han tenido actividad volcánica reciente y por su superficie que está bastante meteorizada, capaz de sostener abundante vegetación, son basaltos olivínicos alcalínicos con escasos fenocristales de plagioclasa (McBirney y Williams, 1969). Su historia comprende las etapas evolutivas de un escudo volcán que se levanta desde el zócalo es decir el fondo oceánico (plataforma Galápagos), emergiendo más tarde sobre el nivel del mar formando la isla, el modelo evolutivo propuesto para los volcanes occidentales del archipiélago (Nordlie, 1973) se basa en la formación de un domo por el dilatamiento y fracturamiento radial asociado a cinco periodos evolutivos:

- Construcción Basal Submarina.
- Construcción Sub-Aérea.
- Dilatamiento y Fracturamiento Radial.
- Desarrollo de la Caldera.
- Decadencia Morfológica.

La Isla de San Cristóbal morfológicamente comprende dos volcanes separados, la parte sur-oeste es claramente más antigua, está dominada por un gran escudo volcán y la otra parte de nor-este de la isla es relativamente reciente, dominado por un estilo de erupción llamada flujos *fissure-fed*. A pesar de periodos de calma y diferencias morfológicas entre los dos lados de la isla, las lavas de cada lado son similares en su geoquímica. Además fue en este periodo que se solaparon los dos lados, en su proceso de

²⁶ Dennis J. Geist, McBirney R. Alexander, Duncan A. Robert “Geology and Petrogenesis of lavas from San Cristobal Island, Galapagos Archipelago”, *Geological Society of America Bulletin*, p. 555-557, Mayo 1986.

crecimiento y éstos están relacionados probablemente en el mismo o en similares sistemas de pluma volcánica.

Las evidencias de campo sugieren que la línea que limita las dos mitades de la isla es evidente topográficamente de las áreas intermedias entre dos volcanes centrales. Mc Birney y Williams (1969) notaron un gran escarpe submarino en el nor-oeste que limita con la división entre las dos partes de San Cristóbal, y estos sugieren que la división puede ser de una estructura mayor. Si tal estructura existió, ahí no hubo movimiento a lo largo de ésta desde que fue cubierta por flujos de lava cerca 700.000 años atrás. En el Gráfico 4.1 se presenta mediante grupos de lavas el Mapa Geológico de la Isla San Cristóbal.

PARTE SUR-OESTE (escudo volcán):

San Cristóbal está dominada topográficamente por un gran escudo volcán que se levantó 7 Km. desde el zócalo y una elevación de 840 m por fuera del nivel del mar. La forma de este escudo volcán es muy similar a la forma típica de los escudo volcanes de Hawaii, como también de los escudos volcanes Galápagos de Isabela y Fernandina (Mc Birney y Williams 1979). La principal composición en esta parte de la isla son lavas *pahoehoe* y flujos en bloque de espesor aproximado de 1 a 3 m. Además conos volcánicos parásitos, el material piroclástico forma parte de un pequeño volumen del volcán (< 10% determinado por estratigrafía) mientras que la ceniza piroclástica y la escoria llegan a ser una parte importante de su volumen, sin embargo en la historia del volcán, fueron depositados hasta 10m sobre las cotas máximas durante las erupciones. Estos depósitos de la capa *tephra* formaron la cobertura inicial del suelo, que es el resultado de rápidas condiciones climáticas en el material escoriáceo en la frecuente humedad climática de las partes altas de San Cristóbal.

San Cristóbal llegó a emerger aproximadamente hace 2.35 ± 0.03 millones de años atrás con base en la estratigrafía magnética y en la determinación de edad por el método K-Ar, con la erupción de basaltos alcalinos que cubrió casi un área del tamaño actual de la isla. Estos antiguos flujos están mejor expuestos en la parte sur-occidental de la península cerca de Pto. Baquerizo Moreno (Grupo 1), pero también ocurrió en menor escala en sitios

puntuales en la mitad nor-este de la isla, esto no es evidencia que estos flujos fueron de origen submarino. No hay cráteres expuestos de estos antiguos flujos.

No hubo una aparente pausa entre la antigua erupción donde emergieron los antiguos flujos y el desarrollo sub-aéreo del escudo volcán. Entre los 2.3 y los 0.66 ± 0.08 millones de años atrás (posterior a la edad de Bailey 1976, consecuente con la estratigrafía paleomagnética), el escudo volcán estuvo bastante activo y llegó a tener el registro del volumen actual a causa de la depositación del material piroclástico y los cambios climáticos en la cumbre del escudo volcán (Grupo 2), el cráter central no está expuesto. A juzgar por la continuidad en las evidencias de los flujos, es muy probable que éstos irrumpieran de las fisuras en la cumbre o en los flancos altos del escudo volcán, no hay evidencia de la caldera en San Cristóbal.

En distintos escenarios pasados las placas fallaron y cortaron el sur-oeste del escudo volcán, mientras que paralelamente al nor-este se elongaba. Este grupo de fallas esta expuesta como una serie de discontinuidades cerca de Isla Lobos. Las fallas son relativamente pequeñas respecto a la escala, éstas tienen un deslizamiento < 15 m y raras veces el contacto entre los diferentes grupos de flujos según la edad. Este fallamiento obviamente tomó lugar después del nuevo episodio de actividad eruptiva en el escudo volcán (Grupo 3), como las fallas que cortaron flujos *Brunhes-age*.

Las fallas fueron el resultado de un significativo evento regional que pudo haber producido la orientación que ha predominado a la elongación nor-este. Este caso debe estar relacionado con el sistema de tensión que resulto en una antigua fisura activa en la parte final nor-este de la isla. Alternativamente las fallas pueden ser relativas a la subducción a lo largo del escudo volcán y no por un significativo evento regional. Esto debió notarse en el grupo de fracturas este-oeste que cortaron el suroeste del escudo volcán, como lo indicó Baitis and Swanson (1976).

Las características submarinas no son expuestas en el interior de San Cristóbal. La evidencia disponible de éstas indica que casi el volumen expuesto del escudo volcán de San Cristóbal es de origen sub-aéreo. El volcán actualmente se puede estar subduciendo después de la construcción, sin embargo no cuenta con características submarinas en el interior.

PARTE NOR-ESTE:

La otra parte nor-este de la mitad de la isla de San Cristóbal es construida en una plataforma de varios millones de años de antigüedad, aunque si bien la enorme mayoría de las lavas expuestas son muy jóvenes. Excepto por un flujo que tiene de 2.33 ± 0.13 millones de años, según la determinación de edad por el método K-Ar, todos los flujos medidos por la polaridad magnética son de *Brunhes-age*, y no son probablemente menores en varios cientos de años.

No se observaron erupciones históricas en San Cristóbal, pero los flujos jóvenes fueron completamente oxidados las cimas de estos y están desprovistos de vegetación, incluidos los líquenes y cactus, que fueron observados históricamente en flujos en otras islas. Sin embargo la variación secular paleomagnética es bastante significativa al mostrar que los flujos son menores varios cientos de años (Cox, 1971), y porque San Cristóbal estuvo deshabitada por casi 150 años, siendo esto improbable que alguna erupción se pasara por alto la observación humana. Los flujos jóvenes son prehistóricos y estos probablemente son menores de 1000 años.

Muchos flujos en la mitad nor-este de San Cristóbal tuvieron erupciones de un grupo de fisuras alineadas de sur-este a nor-este, sin embargo varias fisuras transversales son oblicuas siendo esta la principal tendencia. Estas fisuras individuales tienen hasta 4 Km de longitud, pero la mayoría están entre 1 Km. de longitud.

Las lavas que erupcionaron de estas fisuras poseen características bien claras de los flujos, siendo los flujos más comunes las: aa y *pahoehoe*. Los flujos *pahoehoe* característicos encontrados son: tubos de lava, *squeeze-ups*, *tumuli* y bordes de presión. Los flujos aa tendieron a formar *levees*, que sirvieron de canales para posteriores flujos, como Darwin lo notó (1860), las recientes erupciones formaron un sistema caótico de sobre posición y revoltijo de flujos.

4.2.2 GEOMORFOLOGÍA²⁷

ZONAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA ISLA

La isla San Cristóbal presenta una gran originalidad que es: la unión entre dos zonas bien distintas, por un lado una construcción alta y antigua, mientras que por el otro una plataforma baja con evidencias de fenómenos volcánicos recientes; por lo tanto el estudio de la isla puede ser dividido en dos partes:

- La parte Sur-Occidental tiene la forma de un volcán escudo evolucionado, con la zona basal de pendiente débil y los flancos intermedios de fuerte pendiente y un manto somital de relieve suave. Está constituida de mantos lávicos superpuestos correspondientes a varios episodios volcánicos. La evolución del edificio volcánico lo atestigua la presencia de numerosos valles coluvio-aluviales y profundos encañonamientos, sobre todo en la ladera sur expuesta a los vientos húmedos del Sureste.
- La parte Nor-Este corresponde a una plataforma baja con escasas construcciones volcánicas menores a 200m y derrames lávicos recientes. En ambas zonas las lavas son macizas, de tipo basáltico y resultan de derrames de un material fluido; una datación por el método K-Ar en una muestra del Suroeste de la isla arroja de 0.66 millones de años. Los materiales piroclásticos son escasos, y no existen signos de una actividad volcánica actual.

ZONA SUR-OCCIDENTAL, ALTA Y ANTIGUA

a) ANTIGUO VOLCÁN ESCUDO

PARTE BASAL (PB)

Forma un anillo ovoidal localizado entre la costa y las fuertes pendientes del volcán, está formada por coladas de lava horizontales poco inclinadas con superficies ligeramente onduladas y localmente disectadas. Este casamiento está constituido por lavas basálticas macizas, poco vesiculares. Debido al clima muy seco en el área, las alteraciones son discontinuas poco profundas y de textura arcillosa.

²⁷ INGALA-PRONAREG-ORSTOM, *Inventario Cartográfico de los Recursos Naturales, Geomorfología, Vegetación, Hídricos, Ecológicos y Biofísicos de las Islas Galápagos Ecuador*, p 68-60, Febrero 1989.

FLANCOS INFERIORES, INTERMEDIOS Y SUPERIORES (FI, FIS)

Presentan superficies de coladas horizontales a poco inclinadas con una disección variable. Los frentes de los derrames son marcados por abruptos casi circundantes, de pendiente moderada a fuerte. En la parte occidental existen numerosas fallas con dirección este oeste, que modificaron localmente el relieve, levantado unos bloques y hundiendo otros. Las rocas son basálticas poco vesiculares; en su superficie se desarrollaron alteraciones diferentes de acuerdo a la altitud y al régimen de humedad, en la parte baja y seca las alteraciones son discontinuas, poco profundas, arcillosas y de color rojizo; en la parte alta y húmeda son continuas profundas de textura limo-arcillosa a limo arenosa y de color amarillento. La morfo-dinámica actual es poco activa en los flancos inferiores y activos en los flancos superiores, donde se observa áreas de fuerte escurrimiento, terracetos, pisoteo del ganado, y movimientos de gravedad.

MANTO SOMITAL (MS)

Está formado de capas continuas de lava y producto de los últimos eventos volcánicos. Las diferentes emanaciones han formado superficies suavemente onduladas, unas horizontales, otras ligeramente inclinadas, muy disectadas con franjas planas, parcelas y muy separadas por profundas gargantas. Al igual que las unidades anteriores, el substrato está formado por rocas basálticas, pero en este caso, cubiertas por proyecciones piroclásticas y por alteraciones muy profundas, amarillentas y de textura arcillosa a arcillo-limosa; la fuerte humedad existente en las partes altas de la isla permitió el desarrollo de estas potentes alteraciones.

b) CONSTRUCCIONES VOLCÁNICAS MENORES Y AISLADAS (CV)

Pequeños conos volcánicos parásitos se encuentran distribuidos en toda la zona sobre unidades descritas anteriormente. De acuerdo a su forma se puede distinguir conos bien conservados, en proceso de destrucción y conos casi completamente destruidos. Litológicamente están constituidos por proyecciones piroclásticas alternadas de escorias y lapilli intercaladas con lavas. En la superficie, estos materiales han formado alteraciones arcillo limosas profundas, especialmente en las partes más altas de la isla.

Los fenómenos morfo-dinámicos actuales son escurrimiento muy localizado de invierno en los flancos de las construcciones y movimientos de la gravedad en el interior de los cráteres.

c) FORMAS DE EROSIÓN (FE)

Pertenecen a este conjunto las gargantas (encañonamientos) y quebradas formadas por la acción fluvial. Generalmente las gargantas son rocosas, presentan localmente acumulaciones de escombros y depósitos aluviales limosos y arcillosos con gravas. Estas formas se observan solamente en la vertiente sur de la isla. Las gargantas son la sede de movimientos de gravedad y de escurrimiento concentrado durante la estación lluviosa.

d) FORMAS NO VOLCÁNICAS

Existen conjuntos formados por procesos exógenos; estos conjuntos se localizan tanto en la zona sur-oriental como la nor-oriental.

FORMACIONES COLUVIO-ALUVIALES (FCA)

Se encuentran en toda la isla, especialmente en la parte central, formando unidades alargadas. Geomorfológicamente se puede distinguir las siguientes formas de relieve:

- Valles cóncavos a planos, unos con un perfil longitudinal suave, otros con un perfil inclinado.
- Relieves coluvio-aluviales, unos inclinados y otros en forma de pequeños conos de esparcimiento coalescentes.

Los materiales que se encuentran en estos depósitos son sedimentos limo-arcillosos con cantos rodados, gravas y arenas.

FORMACIONES LITORALES (RL)

Se deben a la acción marina que ha modelado y erosionado las rocas formando superficies de abrasión con diferentes niveles y playas de arena. Las superficies están constituidas por bloques totalmente redondeados, mientras que las playas son de arena

coralíferas localmente removidas por el viento. Los procesos morfo-dinámicos actuales son la erosión marina en las superficies de abrasión bajas y en forma muy localizada, la erosión eólica sobre las playas.

En el Gráfico 4.2, se presenta el Mapa Geomorfológico del área de estudio.

4.2.3 CLIMA²⁸

Por encontrarse en pleno centro de la Zona Tórrida, el clima del Archipiélago de Galápagos debería ser cálido ecuatorial; no obstante, la influencia de una variedad de factores como: la gran irregularidad respecto a la altura y la exposición de las vertientes en relación con la dirección predominante de los vientos y especialmente de la Corriente Fría de Humbolt, hacen del clima de las islas sea uno de los más sanos y agradables. Desde el punto de vista climático, en el archipiélago pueden determinarse cuatro fajas:

- **Primera Faja:** Corresponde a las playas que se encuentran junto al nivel del mar; se caracteriza por poseer un promedio de temperatura de 21 a 22 °C; es completamente seca debido a la influencia de la Corriente Fría de Humbolt, caen sólo unas pequeñas lloviznas o garúas durante los meses de Enero a Abril.
- **Segunda Faja:** Corresponde a los suelos que se extienden desde los límites de la primera faja hasta 200 m de altura en la parte Sur y 250 m en la parte Norte. Tiene una temperatura media de 18 a 19 °C y es seca como la faja anterior.
- **Tercera Faja:** Se extiende desde los 200 ó 250 m hasta los 450 m de altura; posee una temperatura promedio de 16 a 17 °C, tiene un buen régimen de lluvias o garúas, por esta razón existe una vegetación exuberante, en esta faja se han asentado los centros agropecuarios de la isla.
- **Cuarta Faja:** Corresponde a los suelos que se encuentran sobre los 450 m de altura. Tiene una temperatura promedio de 10 a 12 °C, con el cielo frecuentemente cubierto de nubes que producen lloviznas y pequeños aguaceros.

Otra característica es la gran irregularidad inter-anual de las pluviométrías. En efecto el régimen pluviométrico general se sujeta a la influencia de dos factores importantes:

- Los desplazamientos Frente Inter Tropical (FIT) que sigue el movimiento aparente del sol.

²⁸ INAMHI

- Los desplazamientos Frente Ecuatorial (FE) que se marca de la zona de transición entre las aguas frías de la corriente de Humbolt y las aguas calientes de la corriente ecuatorial sur.

Toda variación en estos dos factores puede provocar cambios enormes en las alturas pluviométricas anuales habitualmente observadas con periodos de precipitaciones excepcionales o sequías drásticas.

La estación meteorológica de la Isla San Cristóbal que se encuentra el aeropuerto, reporta los siguientes datos meteorológicos de los primeros semestres de los años 2005, 2006 y 2007 en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4 Datos meteorológicos de los primeros semestres del año 2005 al 2007

Meses	Temperatura media (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Heliofanía (horas)	Viento (m/s)
AÑO 2005					
ENERO	26.0	83	23.2	231.2	SE 4.1
FEBRERO	26.7	82	17.3	175.1	SE 3.8
MARZO	27.1	83	61.2	241.7	SE 3.2
ABRIL	26.7	81	0.2	225.3	SE 3.2
MAYO	25.6	79	0.0	215.1	SE 4.0
JUNIO	24.5	82	0.0	193.1	SE 3.5
MEDIA	26.1	82	16.9	213.5	
AÑO 2006					
ENERO	25.7	80	6.7	181.0	SE 4.1
FEBRERO	27.4	79	63.3	171.5	SW 2.9
MARZO	26.9	79	20.7	234.1	N 2.3
ABRIL	25.5	80	0.0	265.1	SE 3.8
MAYO	25.9	79	3.0	253.3	SE 3.8
JUNIO	24.5	80	12.7	183.0	SE 3.8
MEDIA	25.9	80	17.7	214.6	
AÑO 2007					
ENERO	26.3	85	123.0	180.2	SE 3.3
FEBRERO	26.8	84	78.6	216.5	SE 2.7
MARZO	25.6	85	56.0	244.8	N 1.9
ABRIL	24.6	86	0.6	258.7	SE 3.7
MAYO	24.4	79	0.0	265.6	SE 4.7
JUNIO	25.3	81	24.5	185.5	SE 4.5
MEDIA	25.5	83.3	47.1	225.2	

Fuente: Jeradiosonda San Cristóbal (DAC)

4.2.4 RECURSOS HÍDRICOS²⁹

San Cristóbal es la única isla que dispone de un recurso superficial permanente, la existencia de este recurso se debe a tres factores condicionantes que son:

- Elevadas pluviometrías, particularmente en la zona alta donde deben superar los 2000 mm.
- La existencia en esta zona alta de terrenos con muy poca pendiente que llegan a conformar diferentes pozas de acumulación, entre las cuales debe destacarse la laguna de El Junco y la laguna Colorada esta última en tiempo de lluvias.
- La existencia de un fuerte fracturamiento superficial, al que se suma el basamiento de lavas impermeables por debajo de los suelos lo que constituye una red de drenes que permiten la circulación del agua desde la zona lluviosa.

De manera que existe una red hidrográfica superficial desarrollada, con ríos que presentan un escurrimiento apreciable a lo largo de la mayor parte del año. En general estas encañadas se agotan durante los veranos a excepción de las quebradas de la Policía y de Cerro Gato cuyo flujo es permanente. Debido al fuerte fracturamiento, todas las quebradas presentan una característica muy especial: el caudal no siempre va aumentando aguas abajo y el flujo puede disminuir notablemente entre dos lugares recuperándose en otro sitio.

El análisis del drenaje nos indica que es un patrón de drenaje erosional radial centrífugo, es una red mal integrada, homogénea en el lado sur-este y no homogénea en el lado nor-este de la isla, en el Gráfico 4.3 se muestra el Mapa de Recursos Hídricos del área de estudio. En el cuadro 4.5 se muestran los caudales de las principales encañadas de la isla, estos caudales fueron tomados en el periodo agosto octubre del año 2005 por personal del PNG.

Cuadro 4.5 Caudales de las principales encañadas

LUGAR	CAUDAL (l/s)
Cerro Gato	8.97
Carmela Palma	2.07
La Piscina	9.64
Jatum Sacha	16.66
La Policía	5.03

Fuente: PNG

²⁹ INGALA-PRONAREG-ORSTOM, *Inventario Cartográfico de los Recursos Naturales, Geomorfología, Vegetación, Hídricos, Ecológicos y Biofísicos de las Islas Galápagos Ecuador*, p 96-97, Febrero 1989.

4.2.5 SUELOS³⁰

En la zona seca inferior están asociadas a alteraciones poco profundas de tipo arcilloso con presencia de roca a poca profundidad y afloramientos rocosos importantes en las áreas de fuertes pendientes como quebradas y frentes de coladas. En las zonas más húmedas se encuentran alteraciones mucho más profundas, superiores a 1 m. de espesor, de textura limosa a arcillo limosa, con escasos afloramientos de lava, en estas últimas zonas los flancos de las quebradas tienen pendientes superiores al 70%, están constituidas de afloramientos rocosos.

Así, según la zona donde se ubican, unos suelos son profundos, franco arcillosos en la superficie y arcillosos en profundidad, de color pardo rojizo o amarillento y rojizo, bien estructurados con horizonte agrílico; otros con características vérticas y algunos con contacto lítico o paralítico. En cuanto a las características químicas, la fertilidad natural de estos suelos es baja debido al contenido medio en nitrógeno, bajo en fósforo y potasio, la saturación de bases menor al 50%. En el Gráfico 4.4 se presenta el Mapa de Suelos del en el área del Espacio Humano.

Descripción de las unidades de suelo:

a) Parte alta, húmeda a muy húmeda , a templada

- **Unidad 1:** Suelos de los conos volcánicos, Rhodudalfs. Se encuentran estos suelos en la parte alta y corresponden a los conos volcánicos de topografía ondulada a colinada con vertientes moderadas a fuertes. Se derivan de materiales volcánicos fuertemente meteorizados, generalmente con gravas y piedras en profundidad. Suelos profundos de color rojizo de textura arcillosa.
- **Unidad 2:** Suelos de las superficies superiores de disección variada, oxic Dystropepts. Son suelos fuertemente meteorizados derivados de lavas basálticas, de color pardo rojizo amarillento, de textura franco arcillo-limosa, profundos. Se localizan en superficies de relieve ondulado, encontradas por pequeños abruptos de disección moderada a fuerte. Además en esta zona se observan como variantes de los suelos anteriores, suelos

³⁰ INGALA-PRONAREG-ORSTOM, *Inventario Cartográfico de los Recursos Naturales, Geomorfología, Vegetación, Hídricos, Ecológicos y Biofísicos de las Islas Galápagos Ecuador*, p 127-129, Febrero 1989.

poco profundos que descansan sobre roca volcánica fuertemente meteorizada y que generalmente tienen mal drenaje. Ocupan pequeñas áreas planas o ligeramente cóncavas de la parte alta y han sido clasificadas como aquic paralithic Dystropepts y paralithic Tropaquepts (hidromorfismo permanente).

b) Parte intermedia, húmeda y cálida

- **Unidad 3:** Laderas de fuertes pendientes, vertic Tropudalfs. Son suelos pardo rojizos, franco arcillo limoso, profundos. Se localiza en la parte media de la zona agrícola con topografía ondulada y disectada por abruptos y quebradas. A pesar de que el suelo se encuentra en régimen de humedad único, el tipo de arcilla (montmorillonita) provoca agrietamiento del suelo en la estación seca.
- **Unidad 4:** Suelos de las zonas coluvio aluviales, Vertic Tropudalfs. Son suelos con similares características de la unidad 3. Sin embargo, debido a su origen por acumulación de materiales se han formado suelos profundos más de 1m.

c) Parte inferior, seca y cálida

- **Unidad 5:** Suelos de las vertientes inferiores vertic Haplustalfs. Los suelos de esta unidad se localizan en la parte baja de la zona agrícola donde se observa una topografía ligeramente ondulada e interrumpida por pequeños abruptos. Son suelos de color pardo rojizo de textura franco arcillo limosa. Debido a que el suelo permanece seco más de tres meses y al tipo de arcilla dominante montmorillonita las características vérticas o agrietamiento del suelo son claras.
- **Unidad 6:** Suelos de las zonas coluvio aluviales vertic lithic Haplustalfs. Estos suelos poseen las mismas características de la unidad 5 pero son más profundos por su origen coluvio aluvial.

d) Parte inferior, muy seca o árida, calida

- **Unidad 7:** Suelos de las superficies de coladas de las laderas occidentales, vertic lithic Haplustalfs. A esta unidad pertenecen los suelos que se ubican en las superficies de relieve suave a moderadamente ondulado. Son de color pardo rojizo, de textura franco arcillo limoso poco profundas a causa de la presencia de piedras y rocas a menos de 50 cm de profundidad. El clima seco y el tipo de arcilla dominante montmorillonita han determinado el agrietamiento del suelo profundizándose generalmente hasta los primeros 50cm.
- **Unidad 8:** Suelos abruptos circundantes lithic Torriorthents. Los suelos de esta unidad se localizan en la parte superior de las superficies de coladas. El relieve moderadamente ondulado se halla interrumpido por abruptos rocosos. Los suelos son muy poco profundos de color pardo rojizo con abundante pedregosidad y afloramientos rocosos.

e) Zonas diversas

- **Unidad 9:** Suelos de quebradas Troorthents y valles encañonados Ustorthents. En esta unidad se han originado suelos muy poco profundos con dominancia de afloramientos rocosos. Se localizan en quebradas y angostos valles, encerrados por vertientes de fuertes pendientes.

En el Cuadro 4.6, se identifican las características químicas de las unidades anteriormente vistas.

Cuadro 4.6 Características Edáficas de las Unidades

TIPO	pH	Intercambio Catiónico (meq/100g)	Saturación de bases (%)	Fertilidad
Unidad 1	5.3	<24	< 50	Muy baja
Unidad 2	5 a 6	<24	< 50	Baja
Unidad 3	6.2	<24	>= 50	Baja
Unidad 4	6.2	<24	>= 50	Baja
Unidad 5	6.5	<24	>= 50	Media
Unidad 6	6.5	<24	>= 50	Media
Unidad 7	6.5	<24	< 50	Media
Unidad 8	6.5	<24	< 50	Muy baja

Fuente: INGALA-PRONAREG-ORSTOM

4.2.6 USO ACTUAL DEL SUELO³¹

CULTIVOS:

Los cultivos desarrollados en la isla permiten un porcentaje muy bajo de abastecimiento de productos agrícolas con excepción de gramíneas. Existen dos áreas de producción agrícola ubicada en los extremos de esta área al oeste: Soledad, Socavón y El Progreso, mientras que para el este: Cerro Gato, Cerro Verde, Cerro Chino.

Las zonas agrícolas son las productoras de *coffea arabica* (café), especialmente en Socabon, Progreso y Soledad. El café es cultivado a la sombra de los árboles tales como cedro, guabo, guayabo, aguacate y cítricos como naranja, mandarina, toronja. En esta isla se produce la mayor cantidad de café de Galápagos, los cítricos ocupan el siguiente lugar se hallan dispersos por toda la zona agrícola por su abundancia y consecuentemente su bajo precio no es cultivo rentable. El banano sigue en importancia pero su cultivo no es tecnificado, pequeñas plantaciones de banano se encuentran en toda la zona.

Otros productos que se cultivan para autoconsumo o comercialización en pequeña escala son: maíz, papa, caña de azúcar, piña, aguacate, hortalizas, papaya, guaba, yuca, sandia, mora y leguminosas como el fréjol. Uno de los principales problemas para los cultivos es la presencia de plantas agresivas, que debido a la humedad del ambiente germinan y han invadido diversas partes de la isla, la guayaba, pomarrosa y la mora son las especies más agresivas que actualmente tienen que enfrentar los agricultores.

PASTIZALES:

La ganadería en esta isla es desarrollada en menor escala que la agricultura; por lo que existen áreas pequeñas desbrozadas que son utilizadas para el pastoreo de ganado vacuno, los pequeños ganaderos rotan su ganado cuando los pastizales se recuperan en otras áreas, en estas áreas podemos encontrar:

- Pastizales artificiales: Son praderas establecidas con gramíneas introducidas como el pasto elefante *Pennisetum purpureum*, pasto estrella *Chloris gayana*, pasto

³¹ INGALA-PRONAREG-ORSTOM, *Inventario Cartográfico de los Recursos Naturales, Geomorfología, Vegetación, Hídricos, Ecológicos y Biofísicos de las Islas Galápagos Ecuador*, p 129-130, Febrero 1989.

angola *Digitaria decumbens*, pasto Saboya *Panicum maximum*. Los pastos son abundantes en el Cementerio, Progreso, Socabon, Soledad, Cerro Gato, Cerro Verde. Estas zonas son afectadas por las especies introducidas citadas en la unidad anterior que forman sendos bosques de matorrales y su única forma de erradicación es a manual o con herbicidas.

- Pastizales naturales: Son praderas de especies endémicas *Paspalum conjugatum*, ciperaceas, helechos. Se localizan solo en la parte alta de la isla y en la zona climática más húmeda.

ESPACIO HUMANO:

Esta área es destinada al desarrollo de actividades propias de los asentamientos urbanos y rurales como: viviendas, vías de primer y segundo orden, centros de educación, salud, administración local y provincial, recreación.

ESPACIO NATURAL:

Esta área es destinada a la conservación de los ecosistemas frágiles que existen en la isla, están definidos y protegidos por la zonificación establecida en el Plan de Manejo del Parque Nacional Galápagos.

Pero la interacción de todas las unidades anteriormente citadas con esta área presentan grandes conflictos entre la conservación y el desarrollo de las actividades de la población, puesto que el crecimiento agresivo de la población presiona sobre este espacio, desmejorando el estado de los ecosistemas frágiles.

En el Gráfico 4.5, se presenta el Mapa del Uso Actual del Suelo del área de estudio.

4.2.7 ANÁLISIS DEL PAISAJE

El paisaje natural se refiere a la apariencia del terreno, incluyendo su forma, textura y colores; también se refiere a la forma en la cual, estos componentes se combinan para crear patrones específicos y escenarios distintivos para localidades en particular.

FACTORES

- **Estado Natural:** Es una medida que evalúa la cercanía de cada componente al estado natural, sin cambios antrópicos. Alta significa que virtualmente no hay cambios antrópicos significativos (3). Media significa que han habido algunos cambios antrópicos significativos (2). Baja significa que este componente ha estado radicalmente alterado (1).
- **Escasez:** Es una medida que evalúa la rareza de un componente estético, dentro del contexto del ambiente donde ocurra. Alta significa que el componente estético no es común en la isla (3). Media significa que el componente estético está presente, y no es raro (2). Baja significa que el componente estético es común (1).
- **Estética:** Es una medida del valor visual para cada componente. Alta significa que el valor visual es considerado muy atractivo (3). Media significa que el valor visual es considerado atractivo (2). Baja significa que el valor visual no tiene un valor especial para el observador (1).
- **Importancia para Conservación:** Es una medida de la conservación de la zona, incluyendo su importancia: turística, histórica, arqueológica, ecológica o de interés arquitectónico. Alta significa que es un área muy importante para la conservación (3). Media significa que es un área importante para la conservación (2). Baja significa que son áreas intervenidas (1).

En el Cuadro 4.7 se realiza la evaluación del Paisaje Natural, mediante la valoración de cada uno de los factores mencionados anteriormente y al consenso del grupo de colaboradores del presente estudio.

Cuadro 4.7 Evaluación del Paisaje Natural

FACTORES	COMPONENTES						TOTAL
	GEOLOGÍA	GEOMORFOLOGÍA	HIDROLOGÍA	FLORA Y FAUNA	USO DEL SUELO	ARQUEOLOGÍA	
Estado Natural	3	3	2	2	2	0	2.00
Escasez	2	2	3	2	2	0	1.83
Estética	3	2	2	3	2	0	2.00
Importancia para Conservación	3	3	3	3	3	0	2.50
TOTAL	2.75	2.50	2.50	2.50	2.25	0	2.08

Elaborado por: Autor

ESTADO NATURAL:

- La geología y la geomorfología presentan un buen estado natural y generalmente no están afectadas significativamente por actividades humanas, por lo tanto, el valor es alto.
- La hidrología presenta algunos cambios antrópicos en los causes naturales, debido a la intercepción de estos para obtener el agua de la población, por lo tanto es un valor medio.
- La flora, fauna, y el uso del suelo tienen cambios antrópicos por actividades humanas, por lo tanto es un valor medio.
- No existen sitios arqueológicos por lo que la arqueología ha sido excluido y se le ha dado un valor de 0.
- El valor promedio de este factor es de 2.00 (medio).

ESCASEZ:

- La geología y geomorfología están presentes y no son raros en el área de estudio, por lo tanto es un valor medio.
- La hidrología no es muy común en el área de estudio, por lo tanto es un valor alto.

- La flora, fauna y el uso del suelo están presentes y no son raros en el área de estudio, por lo tanto es un valor medio.
- No existen sitios arqueológicos por lo que la arqueología ha sido excluido y se le ha dado un valor de 0.
- El valor promedio de este factor es de 1.83 (medio).

ESTETICA:

- La estética está considerada alta para la geología puesto que es un atractivo para el estudio de la formación de las islas.
- La geomorfología e hidrología tienen un valor estético medio puesto que presentan un valor visual de un apilamiento de coladas sucesivas de lava y un recurso hídrico superficial permanente solo en cierta parte de la isla.
- La flora y fauna generalmente son endémicos y es un gran atractivo para el turismo.
- No existen sitios arqueológicos por lo que la arqueología ha sido excluido y se le ha dado un valor de 0.
- El valor promedio de este factor es de 2.00 (medio).

IMPORTANCIA PARA CONSERVACIÓN:

- La geología, geomorfología, hidrología, uso del suelo, flora y fauna poseen una importancia alta para la conservación, puesto que se trata de minimizar los cambios antrópicos que la población está ejerciendo sobre estos recursos.
- No existen sitios arqueológicos por lo que la arqueología ha sido excluido y se le ha dado un valor de 0.
- El valor promedio de este factor es de 2.33 (medio).

En general, el valor del paisaje natural en el área de estudio es de 2.08 (medio) por la evaluación realizada y puesto que las Islas Galápagos son catalogadas como un laboratorio viviente de la evolución.

4.3 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO

4.3.1 FLORA

La variación de las precipitaciones y de la altura determinan zonas vegetativas que van desde el desierto de las playas, el bosque seco, hasta las pampas, entonces por la altura se produce una graduación en la zonificación de las especies vegetales. Estas zonas vegetativas son el resultado de diferentes estrategias de adaptación de las especies a humedad ambiental, precipitación, tipos de suelo cercanía o lejanía a la costa y altitud (Wiggins y Porter 1971), en el Anexo B se encuentran las fotografías de cada una de las zonas de formación vegetal.

ZONA LITORAL COSTERA³²

Es la zona limítrofe del mar y la tierra o también llamada franja costera, por lo general está siempre verde, asociada a la habilidad de estas especies a tolerar la sal, como el monte salado *Cryptocarpus pyriformis* que se encuentra en zonas cercanas a las costas formando arbustos bajos. Muy pocas plantas endémicas se encuentran en esta zona debido a la inestable naturaleza del ambiente, las especies vegetales representativas encontradas en esta zona son:

Cuadro 4.8 Especies vegetales representativas de la Zona Litoral Costera

Nombre científico	Nombre común
<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro
<i>Atriplex peruviana</i>	s/n
<i>Batis maritima</i>	s/n
<i>Conocarpus erecta</i>	Mangle botón
<i>Cryptocarpus pyriformis</i>	Monte salado
<i>Heliotropium curassavicum</i>	Hierba escorpión
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	s/n
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco
<i>Lycium minimum</i>	s/n
<i>Maytenus octogona</i>	Arrayancillo
<i>Molana galapaguensis</i>	s/n
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo
<i>Sesuvium spp.</i>	s/n
<i>Scaevola plumero</i>	Uva de playa
<i>Cacabus miersii</i>	s/n
<i>Sporobulus virginicus</i>	s/n

Fuente: Recopilación Fundación Charles Darwin (FCD), PNG

³² Jackson Michael, “Galápagos una Historia Natural”, University of Calgary Press, p 62, 1990

ZONA ÁRIDA³³

La franja representativa de la zona climática árida rodea la isla con notables variaciones en su extensión. En la costa sur, esta zona es muy estrecha hasta desaparecer localmente, al contrario de la costa norte es más ancha particularmente en su parte este. La cobertura vegetal parece abierta por la densidad del estrato arbóreo, pero localmente el estrato arbustivo es denso.

Esta zona de vegetación es una de las más extensas en la isla y posee el mayor número de especies endémicas, es un bosque semidesértico dominado por árboles deciduos y arbustos perennifolios tolerantes a la sequía como el *Croton scouleri* y los cactus *Opuntia* y *Jasminocererus*, por lo tanto las plantas que viven en esa zona tienen adaptaciones para resistir la sequía. Las especies vegetales representativas encontradas en esta zona son:

Cuadro 4.9 Especies vegetales representativas de la Zona Árida

Nombre científico	Nombre común
<i>Acacia spp.</i>	Acacia
<i>Alternanthera echinocephala</i>	Monte colorado
<i>Brachycererus nesioticus</i>	Cacto de lava
<i>Bursera graveolens</i>	Palo santo
<i>Castela galapageia</i>	Amargo
<i>Chamaesyce spp.</i>	s/n
<i>Cordia lutea</i>	Muyuyo
<i>Croton scouleri</i>	Chala
<i>Erythrina velutina</i>	Caco
<i>Gossypium darwinii</i>	Algodón
<i>Jasminocererus thouarsii</i>	Candelabro
<i>Lantana peduncularis</i>	s/n
<i>Mentzelia aspera</i>	s/n
<i>Opuntia megasperma var orientalis</i>	Tuna
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Palo verde
<i>Passiflora foetida</i>	Flor de la pasión
<i>Piscidia carthagenensis</i>	Matazarno
<i>Prosopis juliflora</i>	Algarrobo
<i>Scalesia insisa</i>	Lechoso
<i>Scalesia divisa</i>	Lechoso
<i>Scutia pauciflora</i>	Espino
<i>Tribulus spp.</i>	Cacho de chivo
<i>Waltheria ovata</i>	s/n
<i>Hippomane mancinella</i>	Manzanillo
<i>Vallesia glabra</i>	Peralillo
<i>Calandrinia Galapagosa</i>	s/n

³³ INGALA-PRONAREG-ORSTOM, *Inventario Cartográfico de los Recursos Naturales, Geomorfología, Vegetación, Hídricos, Ecológicos y Biofísicos de las Islas Galápagos Ecuador*, p 70, Febrero 1989.

<i>Macraea laricifolia</i>	Romerillo
<i>Clerodendrum molle</i>	Rodilla de caballo
<i>Lycopersicon cheesmanii</i>	Tomatillo
<i>Pisonia floribunda</i>	Pega pega
<i>Psidium galapageium</i>	Guayabillo

Fuente: Recopilación FCD, PNG, INGALA-PRONAREG-ORSTOM

ZONA SECA O DE TRANSICIÓN³⁴

La única formación vegetal de esta zona es un bosque denso ampliamente dominado por *Psidium galapageium*, especies no arbóreas secundarias son *Pisonia floribunda* y *Zanthoxylum fagara*. La mayor densidad de *Zanthoxylum fagara* se encuentra en las partes más bajas, al contacto con la zona muy seca. El palo santo desaparece y el manzanillo puede estar presente sin estar ligado a condiciones edáficas particulares; además logra tamaños impresionantes en esta zona climática.

Esta zona es mucho más densa y diversa que la zona árida, hay muchos arbustos entrelazados y hierbas perennes, también epifitas como líquenes, el bosque sigue siendo en su mayoría decíduo. Las especies vegetales representativas encontradas en esta zona son:

Cuadro 4.10 Especies vegetales representativas de la Zona Seca

Nombre científico	Nombre común
<i>Asplenium sp.</i>	s/n
<i>Chiococca alba</i>	Espuela de gallo
<i>Clerodendrum molle</i>	Rodilla de caballo
<i>Cordia lutea</i>	Muyuyo
<i>Momordica charantia</i>	s/n
<i>Piscidia carthagenensis</i>	Matazarno
<i>Pisonia floribunda</i>	Pega pega
<i>Pityrogramma calomelanos</i>	s/n
<i>Plumbago scandens</i>	s/n
<i>Polypodium tridens</i>	s/n
<i>Psidium galapageium</i>	Guayabillo
<i>Psychotria rufipes</i>	s/n
<i>Tournefortia Rufo-sericea</i>	s/n
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Uña de gato
<i>Croton scouleri</i>	Chala
<i>Macraea laricifolia</i>	Romerillo
<i>Waltheria ovata</i>	s/n
<i>Hippomane mancinella</i>	Manzanillo

Fuente: Recopilación FCD, PNG, INGALA-PRONAREG-ORSTOM

³⁴ INGALA-PRONAREG-ORSTOM, *Inventario Cartográfico de los Recursos Naturales, Geomorfología, Vegetación, Hídricos, Ecológicos y Biofísicos de las Islas Galápagos Ecuador*, p 70-71, Febrero 1989.

ZONA HÚMEDA O DE SCALESIA³⁵

No se encuentra vegetación natural puesto que la zona agrícola abarca todo este piso climático. Los escasos rezagos de vegetación natural se localizan en zonas escarpadas y de difícil acceso; se caracterizan por la abundancia de *Scalesia pedunculata*. La vegetación espontánea de esta zona está dominada en algunos sitios por especies exóticas como: *Psidium guajava* (guayaba), *Eugenia jambos* (pomarrosa), *Rubus niveus* (mora). La transición entre las zona seca y húmeda está localmente marcada por un bosque mixto de: *Psidium guajava* (guayaba), *Psidium galapagueium* (guayabillo).

En esta zona se extendían grandes bosques de *Scalesia pedunculata*, especie endémica, que fue cortada extensamente debido a que el suelo es fértil en esta zona, por lo que fue aprovechada para la agricultura y la ganadería, esta zona vegetativa prácticamente ha desaparecido debido a la colonización humana.

Cuadro 4.11 Especies vegetales representativas de la Zona Húmeda

Nombre científico	Nombre común
<i>Darwiniothamus tenuifolius</i>	s/n
<i>Epidendrum spicatum</i>	Orquídea
<i>Lycopodium spp.</i>	Licopodio
<i>Peperomia galapagensis</i>	s/n
<i>Phoradendron henslovii</i>	Muerdago de Galápagos
<i>Psidium galapageium</i>	Guayabillo
<i>Psychotria angustata</i>	Cafetillo
<i>Tillandsia insulares</i>	Bromelia
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Uña de gato
<i>Acnistus ellipticus</i>	s/n
<i>Tournefortia pubescens</i>	s/n

Fuente: Recopilación FCD, PNG, INGALA-PRONAREG-ORSTOM

ZONA MUY HÚMEDA O DE PAMPA³⁶

Con la única excepción del cerro El Junco, esta zona está totalmente dentro del área de uso agrícola y su vegetación exhibe impactos de actividad humana. La zona muy húmeda abarca las partes más altas de la vertiente expuesta Sur.

³⁵ INGALA-PRONAREG-ORSTOM, *Inventario Cartográfico de los Recursos Naturales, Geomorfología, Vegetación, Hídricos, Ecológicos y Biofísicos de las Islas Galápagos Ecuador*, p 71, Febrero 1989.

³⁶ INGALA-PRONAREG-ORSTOM, *Inventario Cartográfico de los Recursos Naturales, Geomorfología, Vegetación, Hídricos, Ecológicos y Biofísicos de las Islas Galápagos Ecuador*, p 71, Febrero 1989.

La vegetación muestra variaciones entre las partes bajas, cercanas a la zona húmeda y la parte más alta, la vegetación de la parte baja es una asociación de vegetación herbácea, pampas naturales o pastos de origen antrópico y rezagos de vegetación mixta con especies endémicas e introducidas. La especie endémica más notable es: *Miconia robinsoniana* la cual se está logrando revegetar notablemente en el área de “El Junco”, en las partes de pendiente suave y con buen drenaje se estableció las especies exóticas como: *Psidium guajava* (guayaba) y *Rubus niveus* (mora) que puede formar localmente matorrales densos.

En las zonas más altas la vegetación se torna casi exclusivamente herbácea y las únicas plantas leñosas son la guayaba de poca altura. En los sitios más protegidos, como en los barrancos sobreviven algunos ejemplares de: *Cyathea weatherbyana* (helecho arbóreo).

Cuadro 4.12 Especies vegetales representativas de la Zona Muy Húmeda

Nombre científico	Nombre común
<i>Darwiniothamus tenuifolius</i>	s/n
<i>Dicranopterus flexuosus</i>	s/n
<i>Lycopodium spp.</i>	Licopodio
<i>Miconia robinsoniana</i>	Cacaotillo
<i>Pereromia galapagensis</i>	s/n
<i>Polypodium tridens</i>	Helecho
<i>Phlebodium pseudoaureum</i>	Helecho
<i>Azolla microphylla</i>	Planta acuática
<i>Lemna aequinoctialis</i>	Planta acuática
<i>Ctenites sloanei</i>	Helecho
<i>Megalastrum pleiosoros</i>	Helecho
<i>Panicum spp.</i>	s/n
<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho
<i>Cyathea weatherbyana</i>	Helecho árbol
<i>Habenaria monorrhiza</i>	s/n
<i>Jaegeria gracilis</i>	s/n
<i>Pernettya howelli</i>	Tacshi

Fuente: Recopilación FCD, PNG, INGALA-PRONAREG-ORSTOM, WALSH

4.3.2 INVENTARIO CUANTITATIVO DE FLORA

TIPOS DE VEGETACIÓN

El mapa de zonas de vida de Holdridge, se basa en factores climáticos, como temperatura y precipitación media anual. A pesar de que ésta no es una clasificación de vegetación propiamente dicha, se utiliza en la descripción de grandes regiones, pues es muy limitada para regiones pequeñas como islas, debido a los diversos tipos de microformaciones. Sin embargo de acuerdo a estas consideraciones, el área de estudio según Holdridge forma parte del monte espinoso Tropical (meT), el cual se caracteriza por presentar una precipitación de 250 a 500 mm. y una temperatura promedio anual inferior a 24°C.

Si se toma en consideración aspectos estructurales fisonómicos generales de la vegetación del área del proyecto, como también parámetros geomorfológicos e información obtenida en el campo, se consideran las siguientes formaciones vegetales: bosque maduro sobre construcciones volcánicas menores (Bma), bosque secundario (Bs).

Bosque Maduro sobre construcciones volcánicas menores (Mma): Estas formaciones están sobre conos volcánicos parásitos, entre las especies típicas en estas formaciones están el Sotobosque: *Piscidia carthagenensis*, *Bursera graveolens*, *Zanthoxylum fagara*, *Psidium galapageium*, *Jasminocererus thouarsii* en el Estrato Herbáceo: *Gossypium barbadense*, *Alternanthera echinocephala*, *Macraea laricifolia*, *Croton scouleri*.

Bosque secundario (Bs): Los bosques secundarios constituyen un tipo de vegetación que se ha desarrollado luego de una alteración causada por el hombre o por procesos naturales como deslizamientos de tierras, estos bosques se encuentran cerca de las áreas urbanas, agropecuarias, y de trochas o caminos. El bosque secundario presenta especies pioneras en regeneración como *Opuntia spp.*, *Bursera graveolens*, *Parkinsonia aculeata*, entre otras.

FLORA Y FORMACIONES VEGETALES.

En el Gráfico 4.6, se muestra las Formaciones Vegetales y los puntos de muestreo de flora, mientras que en el Cuadro 4.13, se presentan los resúmenes de todos los puntos de muestreo de flora, que incluyen ubicación GPS en coordenadas geográficas, tipo de vegetación y duración del muestreo.

Cuadro 4.13 Ubicación de las Muestras de Flora

MUESTRA	DURACION DEL MUESTREO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (WGS-84)				HABITAT
		LATITUD (S)	LONGITUD (W)	ALTURA (m)	SECTOR	
MB1	1 día	0° 54'38.9''	89°36'16.5''	67	Cerro a lado de Cerro Patricio	Bosque maduro sobre construcciones volcánicas menores
MB2	1 día	0° 54'40.4''	89°36'16.2''	70	Cerro a lado de Cerro Patricio	Bosque maduro sobre construcciones volcánicas menores
MB3	1 día	0° 53'19.2''	89°34'23''	272	Cerro Mundo	Bosque maduro sobre construcciones volcánicas menores
MB4	1 día	0° 53'20.8''	89°34'16.4''	199	Cerro Mundo	Bosque secundario
MB5	1 día	0° 54'43''	89°34'58.7''	56	Cerro Las Negritas	Bosque secundario
MB6	1 día	0° 55'41.7''	89°34'56.4''	76	Cerro Las Negritas	Bosque maduro sobre construcciones volcánicas menores

Elaborado por: Autor

Muestra Botánica MB1

La presente muestra cuantitativa se ubicó en un área de bosque maduro sobre construcciones volcánicas menores. El sotobosque se presentó poco denso dominado por especies como: *Piscidia carthagenensis*, *Bursera graveolens*, el estrato herbáceo es abundante.

En el Cuadro 4.14, se detallan las principales especies vegetales de sotobosque registradas en el transecto MB1:

Cuadro 4.14 Especies vegetales de sotobosque en MB1

Nombre Científico	Nombre Común	Num. Individuos
<i>Piscidia carthagenensis</i>	Matazarno	26
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Uña de gato	3
<i>Bursera graveolens</i>	Palo Santo	12
<i>Jasminocererus thouarsii</i>	Candelabro	1

Elaborado por: Autor

En el Cuadro 4.15, se detallan las principales especies vegetales de registradas de estrato herbáceo del transecto MB1:

Cuadro 4.15 Especies vegetales de estrato herbáceo en MB1

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Gossypium barbadense</i>	Algodoncillo
<i>Pisonia floribunda</i>	Pega pega
<i>Jasminocererus thouarsii</i>	Candelabro
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Palo verde

Elaborado por: Autor

Muestra Botánica MB2

La presente muestra cuantitativa se ubicó en un área de bosque maduro sobre construcciones volcánicas menores. El sotobosque se presentó poco denso dominado por especies como: *Piscidia carthagenensis*, *Bursera graveolens*, el estrato herbáceo es abundante.

En el Cuadro 4.16, se detallan las principales especies vegetales de sotobosque registradas en el transecto MB2:

Cuadro 4.16 Especies vegetales de sotobosque en MB2

Nombre Científico	Nombre Común	Num. Individuos
<i>Piscidia carthagenensis</i>	Matazarno	19
<i>Bursera graveolens</i>	Palo Santo	12
<i>Opuntia spp.</i>	Tuna	1
<i>Cordia lutea</i>	Muyuyo	1
<i>Jasminocererus thouarsii</i>	Candelabro	1

Elaborado por: Autor

En el Cuadro 4.17, se detallan las especies vegetales principales de registradas de estrato herbáceo del transecto MB2:

Cuadro 4.17 Especies vegetales de estrato herbáceo en MB2

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Gossypium barbadense</i>	Algodoncillo
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Uña de gato
<i>Croton scouleri</i>	Chala
<i>Alternanthera echinocephala</i>	Monte colorado

Elaborado por: Autor

Muestra Botánica MB3

La presente muestra cuantitativa se ubicó en un área de bosque maduro sobre construcciones volcánicas menores. El sotobosque se presentó denso dominado por especies como: *Zanthoxylum fagara*, *Bursera graveolens*, el estrato herbáceo es abundante. Como dato adicional se encontró colonias de *lecocarpus darwinii* y *scalesia affinis*, *scalesia gordilloi*, en zonas escarpadas.

En el Cuadro 4.18, se detallan las principales especies vegetales de sotobosque registradas en el transecto MB3:

Cuadro 4.18 Especies vegetales de sotobosque en MB3

Nombre Científico	Nombre Común	Num. Individuos
<i>Psidium galapageium</i>	Guayabillo	6
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Uña de gato	20
<i>Bursera graveolens</i>	Palo Santo	13
<i>Piscidia carthagenensis</i>	Matazarno	6
<i>Opuntia spp.</i>	Tuna	2
<i>Jasminocererus thouarsii</i>	Candelabro	2

Elaborado por: Autor

En el Cuadro 4.19, se detallan las principales especies vegetales de registradas de estrato herbáceo del transecto MB3:

Cuadro 4.19 Especies vegetales de estrato herbáceo en MB3

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Croton scouleri</i>	Chala
<i>Macraea laricifolia</i>	Romerillo
<i>Scalesia gordilloi</i>	s/n
<i>Scalesia affinis</i>	s/n
<i>Lecocarpus darwinii</i>	s/n

Elaborado por: Autor

Muestra Botánica MB4

La presente muestra cuantitativa se ubicó en un área de bosque secundario en el pie de monte de Cerro Mundo, además existe un camino cercano. El sotobosque se presentó denso dominado por especies como: *Zanthoxylum fagara*, *Croton scouleri* e *Hippomane mancinella* el estrato herbáceo es abundante de *Gossypium barbadense*.

En el Cuadro 4.20, se detallan las principales especies vegetales de sotobosque registradas en el transecto MB4:

Cuadro 4.20 Especies vegetales de sotobosque en MB4

Nombre Científico	Nombre Común	Num. Individuos
<i>Bursera graveolens</i>	Palo Santo	12
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Uña de gato	4
<i>Psidium galapageium</i>	Guayabillo	4
<i>Croton scouleri</i>	Chala	12
<i>Hippomane mancinella</i>	Manzanillo	11
<i>Opuntia spp.</i>	Tuna	1
<i>Piscidia carthagenensis</i>	Matazarno	4

Elaborado por: Autor

En el Cuadro 4.21, se detallan las principales especies vegetales de estrato herbáceo del transecto MB4:

Cuadro 4.21 Especies vegetales de estrato herbáceo en MB4

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Gossypium barbadense</i>	Algodoncillo

Elaborado por: Autor

Muestra Botánica MB5

La presente muestra cuantitativa se ubicó en un área de bosque secundario en el pie de monte de Cerro de las Negritas, además existe un camino cercano. El sotobosque se presentó poco denso dominado por especies como: *Bursera graveolens* y *Piscidia carthagenensis* el estrato herbáceo es abundante.

En el Cuadro 4.22, se detallan las principales especies vegetales de sotobosque registradas en el transecto MB5:

Cuadro 4.22 Especies vegetales de sotobosque en MB5

Nombre Científico	Nombre Común	Num. Individuos
<i>Bursera graveolens</i>	Palo Santo	15
<i>Piscidia carthagenensis</i>	Matazarno	7
<i>Cordia lutea</i>	Muyuyo	1
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Uña de gato	1
<i>Opuntia spp.</i>	Tuna	3
<i>Psidium galapageium</i>	Guayabillo	6

Elaborado por: Autor

En el Cuadro 4.23, se detallan las principales especies vegetales de registradas de estrato herbáceo del transecto MB5:

Cuadro 4.23 Especies vegetales de estrato herbáceo en MB5

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Maytenus octogona</i>	Arrayancillo
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Palo verde
<i>Croton Scouleri</i>	Chala
<i>Gossypium barbadense</i>	Algodoncillo
<i>Alternanthera echinocephala</i>	Monte colorado

Elaborado por: Autor

Muestra Botánica MB6

La presente muestra cuantitativa se ubicó en un área de bosque maduro sobre construcciones volcánicas menores. El sotobosque se presentó denso dominado por especies como: *Piscidia carthagenensis*, *Zanthoxylum fagara* el estrato herbáceo es abundante.

En el Cuadro 4.24, se detallan las principales especies vegetales de sotobosque registradas en el transecto MB6:

Cuadro 4.24 Especies vegetales de sotobosque en MB6

Nombre Científico	Nombre Común	Num. Individuos
<i>Piscidia carthagenensis</i>	Matazarno	13
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Uña de gato	23
<i>Bursera graveolens</i>	Palo Santo	8
<i>Psidium galapageium</i>	Guayabillo	1

Elaborado por: Autor

En el Cuadro 4.25, se detallan las principales especies vegetales de registradas de estrato herbáceo del transecto MB6:

Cuadro 4.25 Especies vegetales de estrato herbáceo en MB6

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Maytenus octogona</i>	Arrayancillo
<i>Gossypium barbadense</i>	Algodoncillo

Elaborado por: Autor

4.3.3 FAUNA³⁷

La fauna del archipiélago está dominada por reptiles y aves, mientras que los mamíferos constituyen un grupo poco representado, en tanto que los anfibios nativos están ausentes (Josse, 2000). La fauna de la Isla San Cristóbal es una de las más amenazadas debido al gran deterioro de sus hábitats y a factores como: la introducción de especies exóticas que compiten por el alimento con las especies endémicas, además del desarrollo de las actividades humanas como la agricultura, ganadería, turismo, entre otras.

HERPETOFAUNA

Los reptiles debido a su metabolismo ectodérmico producen energía más eficiente y necesitan menos alimento y agua que un mamífero. Las tortugas gigantes y las enormes iguanas desempeñan el papel ecológico que los mamíferos grandes ocupan en otros nichos ecológicos. En la isla existen especies de reptiles que pertenecen a cinco familias: *Testudinidae* (tortugas), *Cheloniidae* (tortugas marinas), *Iguanidae* (Iguanas y lagartijas), *Gekkonidae* (geckos y salamanguetas) y *Colubridae* (culebras).

Las tortugas terrestres se encuentran confinadas a la parte nor-oriental de San Cristóbal, presentan una población entre 500 y 700 individuos, históricamente han sido fuertemente explotadas y casi completamente eliminadas sobre la mayoría de su rango de distribución original, mientras que las iguanas marinas se pueden encontrar en grupos a lo largo de las costas rocosas del perfil costanero.

Cuadro 4.26 Especies de Herpetofauna

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
<i>Testudinidae</i>	<i>Geochelone chatamensis</i>	Tortuga gigante
<i>Cheloniidae</i>	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga marina
<i>Colubridae</i>	<i>Alsophis dorsalis</i>	Culebra
	<i>Alsophis biserialis</i>	Culebra
<i>Gekkonidae</i>	<i>Phyllodactylus leei</i>	Salamangueta
	<i>Phyllodactylus darwini</i>	Salamangueta
	<i>Gonatodes caudiscutatus</i>	Geko
<i>Iguanidae</i>	<i>Microlophus bivittatus</i>	Lagartija
	<i>Amblyrhynchus cristatus</i>	Iguana Marina

Fuente: Recopilación FCD, PNG, WALSH

³⁷ WALSH, "EIA Y PMA para el Ingreso del Crucero MV Discovery con 500 pasajeros a la Isla San Cristóbal, Galápagos", 2005.

AVIFAUNA

Aves marinas y costeras: La distribución de algunas especies, en particular las aves marinas está relacionada a fuentes de alimento y a condiciones marinas de régimen tropical o templado. El listado de aves correspondiente a la isla San Cristóbal fue proporcionado por la Fundación Charles Darwin e indica que se han registrado 61 especies de aves, de las cuales las aves costeras son las más representativas con un 41%, seguidas de la aves terrestres con un 31,1% y las aves marinas con un 27,9%. Estas se asientan a lo largo de la línea costera de la isla que comprende: playas arenosas, rocosas, manglares e incluso algunas especies marinas se presentan lagunas de agua permanente como El Junco.

Cuadro 4.27 Especies representativas de Avifauna Marina y Costera

Nombre científico	Nombre común
MARINAS	
<i>Puffinus lherminieri</i>	Puffinos
<i>Pterodroma phaeopygia</i>	Petrel pata pegada
<i>Oceanodroma tethys</i>	Petrel de Galápagos
<i>Peatón aethereus</i>	Pájaro tropical
<i>Pelecanus occidentales</i>	Pelícano café
<i>Sula neboxi</i>	Piquero patas azules
<i>Sula granti</i>	Piquero enmascarado
<i>Sula sula</i>	Piquero patas rojas
<i>Fregata minor</i>	Fragata común
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata real
<i>Creagrus furcatus</i>	Gaviota cola bifurcada
<i>Larus fuliginosus</i>	Gaviota de lava
COSTERAS	
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena
<i>Butorides sundevalli</i>	Garza de lava
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallareta
<i>Arenaria interpres</i>	Vuelapiedras
<i>Heteroscelus incanus</i>	s/n
<i>Himantopus mexicanus</i>	Tero real
<i>Nyctanassa violacea</i>	Huaque
<i>Anas bahamensis</i>	Patillo
<i>Crocethia alba</i>	Playero común
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito

Fuente: Recopilación FCD, PNG, WALSH

Aves terrestres: A diferencia de las aves marinas que son buenas voladoras las aves terrestres no tienen que hacer vuelos prolongados, entonces es difícil explicar cómo llegaron a colonizar Galápagos. Algunas especies son idénticas a sus parientes del continente y otras apenas divergen produciendo subespecies endémicas, mientras que otras han formado especies distintas.

Cuadro 4.28 Especies representativas de Avifauna Terrestres

Nombre científico	Nombre común
<i>Tyto punctissima</i>	Lechuza blanca
<i>Asio flammeus</i>	Lechuza de campo
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Cuclillo
<i>Myiarchus magnirostris</i>	Papamoscas de Galápagos
<i>Progne modesta</i>	Golondrina de Galápagos
<i>Nesomimus melanosis</i>	Cucuve de San Cristóbal
<i>Dendroica petechia</i>	Canario María
<i>Geospiza fortis</i>	Mediano pinzón terrestre
<i>Geospiza fuliginosa</i>	Pequeño pinzón terrestre
<i>Geospiza scandens</i>	Pinzón de cacto
<i>Amarhynchus parvulus</i>	Pequeño pinzón arbóreo
<i>Amarhynchus pallidus</i>	Pinzón carpintero
<i>Amarhynchus heliobates</i>	Pinzón vegetariano
<i>Certhidea olivacea</i>	Pinzón cantor

Fuente: Recopilación FCD, PNG, WALSH

MASTOFAUNA

Hay solamente tres especies de mamíferos que pueden ser consideradas nativas de las islas, las dos especies de murciélagos llegaron probablemente en la misma forma que las aves terrestres nativas, mientras que el lobo marino llegó nadando.

Cuadro 4.29 Especies representativas de Mastofauna

Nombre científico	Nombre común
<i>Zalophus californianus</i>	Lobo marino de Galápagos
<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago
<i>Lasiurus brachyotis</i>	Murciélago

Fuente: Recopilación FCD, PNG, WALSH

4.3.4 ESPECIES INTRODUCIDAS

Estas especies ingresaron con la colonización humana a las islas, las especies más problemáticas para la isla son las cabras, ratas y gatos. Por ejemplo las cabras compiten por el alimento con especies endémicas y destruyen la flora, mientras que las ratas y los gatos destruyen y se comen los huevos y pichones de los nidos de especies que anidan en el suelo como piqueros, petreles entre otros. Actualmente el PNG realiza campañas de erradicación de estas especies mediante la cacería, cebamiento y trampeo parra reducir su población.

Cuadro 4.30 Especies Exóticas Introducidas de Fauna

Nombre científico	Nombre común
<i>Capra hircus</i>	Cabra
<i>Equus asinus</i>	Burro
<i>Felis domesticus</i>	Gato
<i>Gallus gallus</i>	Pollo
<i>Lepidodactylus lugubris</i>	Salamaquesa
<i>Mus musculus</i>	Ratón
<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero
<i>Rattus norvegicus</i>	Rata noruega
<i>Canis familiares</i>	Perro
<i>Rattus rattus</i>	Rata negra
<i>Bos taurus</i>	Ganado vacuno
<i>Sus scroffa</i>	Cerdo

Fuente: Recopilación PNG

4.4 CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

4.4.1 DENSIDAD POBLACIONAL

Galápagos es la provincia con la mayor tasa anual de crecimiento poblacional del Ecuador con el 6,4%, esto es debido a la migración de la población del continente hacia las islas, factores como el desarrollo del turismo y la demanda de puestos de trabajo especializados, han sido las que impulsen esta explosión de crecimiento poblacional.

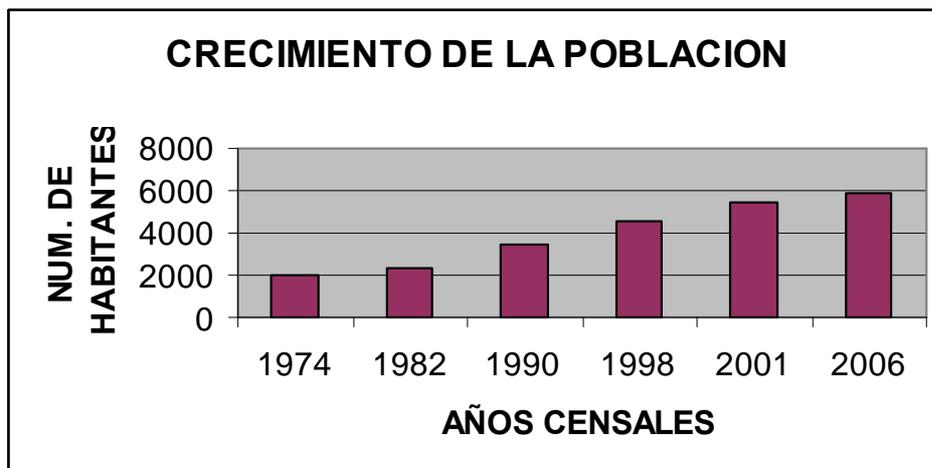
La isla con la mayor tasa de crecimiento poblacional es Santa Cruz, puesto que en este cantón la concentración de la actividad turística es mayor, mientras que en la isla San Cristóbal hasta los años 80 su principal actividad económica era la agricultura, pesca y trabajar como empleados públicos, recientemente el turismo ha empezado a abrirse campo de acción demandando empleos para esta actividad.

Por lo tanto si esta tasa de crecimiento se sigue manteniendo o va en aumento, la población se duplicaría en una década, presionando cada vez más sobre los recursos naturales y energéticos. La evolución de la población en la Isla San Cristóbal, se presenta en el siguiente Cuadro 4.31 y en el Gráfico 4.7:

Cuadro 4.31 Crecimiento de la población

AÑO	POBLACION (habitantes)
1974	2014
1982	2377
1990	3499
1998	4524
2001	5403
2006	6033

Fuente: INEC

Gráfico 4.7 Crecimiento de la población en la Isla San Cristóbal

Fuente: INEC

El censo realizado en el año 2006 arrojó que la población de la Isla San Cristóbal es de 6142 habitantes, contando con la población de la Isla Santa María (Floreana) que pertenece según la división política al Cantón San Cristóbal.

4.4.2 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

En esta isla la parroquia urbana de Pto. Baquerizo Moreno es la que tiene mayor concentración de habitantes, es el 92% de la población total; el caso contrario, es la parroquia rural de El Progreso representa el 8% de la población total; Pto. Baquerizo Moreno es un puerto pesquero, mientras que El Progreso es la zona agropecuaria de la isla, que está a una distancia de 5 Km. del puerto.

En el Cuadro 4.32, se indica la distribución de la población en el área urbana y en el área rural.

Cuadro 4.32 Distribución de la población según el tipo de área

NOMBRE DE PARROQUIA	TIPO	HABITANTES
PTO. BAQUERIZO MORENO	Urbana	5539
EL PROGRESO	Rural	494
TOTAL		6033

Fuente: INEC, Censo/2006

La distribución según el sexo en la isla arroja que los hombres representan el 53% del total de la población y las mujeres el 47%, en el Cuadro 4.33, se indica la distribución de la población según el sexo.

Cuadro 4.33 Distribución de la población según el sexo

NOMBRE DE PARROQUIA	HOMBRE	MUJER	HABITANTES
PTO. BAQUERIZO MORENO	2904	2635	5539
EL PROGRESO	279	215	494
TOTAL	3183	2853	6033

Fuente: INEC, Censo/2006

La mayor distribución de la población respecto a la edad se encuentra entre 0 a 14 años que representa el 32%, y entre 30 a 64 años que representa el 37%, por lo tanto existe una distribución alta de población infantil y población adulta, mientras que los adultos mayores son un porcentaje mínimo. En el Cuadro 4.34, se indica la distribución de la población según grupos de edad.

Cuadro 4.34 Distribución de la población según grupos de edad

NOMBRE DE CATÓN	0 a 14	15 a 29	30 a 64	65 a mas 95	Total
SAN CRISTÓBAL	1947	1706	2295	194	6142

Fuente: INEC, Censo/2006

4.4.3 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

En la Isla San Cristóbal históricamente fue un centro agropecuario donde se asentó el Ingenio azucarero “El Progreso” que junto a la pesca fueron las principales actividades productivas de esos tiempos. Actualmente la población que ocupa una actividad productiva va desde los 20 años hasta los 44 años, siendo el rango de 25 a 29 años la que tiene mayor opción para encontrar una actividad económica, las principales actividades económicas son:

- Administración pública y defensa.
- Transporte, almacenamiento y comunicaciones.
- Comercio al por mayor y menor.

- Enseñanza.
- Construcción.
- Agricultura, ganadería, caza y silvicultura.
- Hoteles y restaurantes.
- Pesca.
- Otras actividades comunitarias sociales y personales de tipo servicios.
- Industrias manufactureras.
- Hogares privados con servicio domestico.
- Actividades de servicios sociales y de salud.
- Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler.

La Administración Pública es la principal fuente de trabajo para la comunidad isleña, que en cada cambio de autoridades ven en riesgo sus puestos de trabajo. En el Cuadro 4.36, se indica la distribución de las actividades económicas respecto al sexo de los habitantes, mientras que en el Cuadro 4.35, se indica la distribución de las actividades económicas respecto a los grupos de edad.

Cuadro 4.35 Distribución de la población según grupos de edad y la actividad económica que realiza

GRUPOS DE EDAD	RAMA DE ACTIVIDAD														Total
	Agropecuaria	Pesca	Manufactura	Construcción	Comercio	Hoteles y restaurantes	Transporte	Actividades alquiler	Administración pública	Enseñanza	Actividades De salud	Actividades sociales	Servicio domestico	Otros	
De 10 a 14 años	3	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	10
De 15 a 19 años	14	4	7	18	14	9	15	3	49	3	0	1	8	8	153
De 20 a 24 años	8	19	16	36	29	17	46	16	89	14	3	17	21	25	356
De 25 a 29 años	15	16	14	40	32	9	61	13	121	22	6	28	20	28	425
De 30 a 34 años	20	19	12	28	30	19	48	9	89	32	6	19	9	22	362
De 35 a 39 años	20	21	16	20	37	22	57	3	111	43	9	13	5	18	395
De 40 a 44 años	20	28	8	12	41	15	43	4	96	41	7	13	4	15	347
De 45 a 49 años	7	13	12	19	32	19	25	8	66	29	11	13	5	16	275
De 50 a 54 años	12	9	12	13	23	11	24	1	36	24	10	6	3	10	194
De 55 a 59 años	22	3	7	4	18	11	11	3	27	8	9	5	2	1	131
De 60 a 64 años	16	5	2	8	4	5	5	0	18	5	0	2	1	2	73
De 65 a 69 años	6	1	1	3	9	2	4	0	9	1	3	1	2	1	43
De 70 a 74 años	8	0	2	0	5	1	1	0	1	2	0	0	0	1	21
De 75 a 79 años	5	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
De 80 a 84 años	3	0	0	0	2	1	0	0	1	0	1	0	0	1	9
Total	179	138	110	203	283	141	340	60	713	224	65	118	82	148	2804

Fuente: INEC, Censo/2006

Cuadro 4.36 Distribución de la población según el sexo y la actividad económica que realiza

RAMA DE ACTIVIDAD	SEXO		TOTAL
	Hombre	Mujer	
Agricultura	154	25	179
Pesca	138	0	138
Industrias manufactureras	76	34	110
Construcción	201	2	203
Comercio	143	140	283
Hoteles y restaurantes	45	96	141
Transporte	281	59	340
Actividades de alquiler	34	26	60
Administración pública	536	177	713
Enseñanza	74	150	224
Actividades de salud	16	49	65
Actividades comunitarias sociales	79	39	118
Servicio domestico	0	82	82
Otros	98	50	148
TOTAL	1875	929	2804

Fuente: INEC, Censo/2006

4.4.4 EDUCACIÓN

Para el Informe Galápagos 2001-2002, se realizó un análisis de la educación en las islas, donde se realizaron evaluaciones de Matemática y de Lenguaje a los estudiantes, donde arrojaron que: “El rendimiento de las evaluaciones existen serias dificultades en el proceso de aprendizaje lo que ha afectado las tasas de rendimiento, la calidad de asimilación, la solidez del conocimiento y el desarrollo de las habilidades específicas para cada año”.³⁸

Los docentes tienen gran deficiencia en el dominio de metodologías para dictar clases, y poco conocimiento sobre teorías pedagógicas y psicológicas lo que dificulta el proceso enseñanza aprendizaje.³⁹

En vista de las dificultades mencionadas anteriormente se tomó la decisión que en el año 2001 se implemente la Reforma Educativa Integral de Galápagos establecida

³⁸ Informe Galápagos 2001-2002

³⁹ Informe Galápagos 2001-2002

en la LOREG artículo 34, cuyo objetivo es brindar a la comunidad una ecuación de calidad con conciencia ambiental para el desarrollo sustentable de las islas.

En el Cuadro 4.37, indica las instituciones educativas a que zona pertenecen cuantos alumnos y profesores dispone estas.

Cuadro 4.37 Instituciones Educativas del Cantón San Cristóbal

Instituciones Educativas	Tipo	Localización	Zona	Profesores	Alumnos
Ignacio Hernández	Colegio Técnico (fiscal)	Pto. Baquerizo Moreno	Urbana	18	126
Alejandro Humboldt	Instituto Técnico Superior (fiscomisional)	Pto. Baquerizo Moreno	Urbana	36	323
Alejandro Alvear	Escuela (fiscal)	Pto. Baquerizo Moreno	Urbana	32	413
Eugenio Espejo	Escuela Básica (fiscal)	Recinto Cerro Verde	Rural	2	11
Pedro Pablo Andrade	Unidad Educativa (fiscomisional)	Pto. Baquerizo Moreno	Urbana	36	684
Charles Darwin	Escuela (fiscal)	El Progreso	Rural	12	57
Liceo Naval	Unidad Educativa (particular)	Pto. Baquerizo Moreno	Urbana	33	248
TOTAL				169	1862

Fuente: Dirección Provincial de Educación, año lectivo 2006-2007

En el Cuadro 4.38, indica el número de estudiantes por sexo y nivel de educación.

Cuadro 4.38 Número de alumnos por sexo y nivel de educación

NIVEL	Hombres	Mujeres	Total
Educación Inicial	98	77	175
Educación Básica	529	474	1003
Educación Media	375	309	684
TOTAL	1002	860	1862

Fuente: Dirección Provincial de Educación, año lectivo 2006-2007

De los cuadros vistos anteriormente se puede interpretar: que existen 11 alumnos por cada profesor, que existe un mayor número de estudiantes que están asistiendo a educación básica seguido de la educación media, que la mayor concentración de alumnos esta en la zona urbana y que existe mayor cantidad de estudiantes hombres.

4.4.5 VIVIENDA

En la isla San Cristóbal la vivienda tiene un déficit, por lo que las personas que poseen vivienda propia arriendan pequeños departamentos o cuartos acondicionados debido a la gran demanda que existe. La mayoría de casas o villas que existen en la isla son viviendas particulares.

En el cuadro 4.39, se indica la distribución de las viviendas según su clase, sean particulares o colectivas (hoteles, monasterios, cuarteles, hospitales).

Cuadro 4.39 Clases de viviendas en el Cantón San Cristóbal

NOMBRE	Viviendas Particulares	Viviendas Colectivas	Total
SAN CRISTÓBAL	2225	10	2235

Fuente: INEC, Censo/2006

En el cuadro 4.40, se indica la distribución de las viviendas según su tipo (casa, departamento, cuarto, mediagua, covacha, etc.)

Cuadro 4.40 Tipos de viviendas en el Cantón San Cristóbal

NOMBRE	Casa Villa	Departamento	Cuarto	Mediagua	Rancho	Covacha	Hotel	Cuartel Militar	Hospital	Inst. Religiosa	Otra colectiva	Total
SAN CRISTÓBAL	1617	255	235	96	12	10	2	5	1	1	1	2235

Fuente: INEC, Censo/2006

A continuación se indica la distribución de las viviendas según el tipo material que constituye el techo o cubierta (Cuadro 4.41), según el tipo de material que constituye las paredes exteriores (Cuadro 4.42) y según el tipo de material que compone el suelo (Cuadro 4.43):

Cuadro 4.41 Número de viviendas según el tipo de techo o cubierta

NOMBRE DE CATÓN	TECHO O CUBIERTA					
	Losa	Asbesto	Zinc	Teja	Otros	Total
SAN CRISTÓBAL	630	392	567	44	53	1686

Fuente: INEC, Censo/2006

Cuadro 4.42 Número de viviendas según el tipo de paredes exteriores

NOMBRE DE CATÓN	PAREDES EXTERIORES							
	Hormigón	Adobe	Madera	Caña revestida	Caña no revestida	Piedra	Otros	Total
SAN CRISTÓBAL	1502	5	139	7	5	7	21	1686

Fuente: INEC, Censo/2006

Cuadro 4.43 Número de viviendas según el tipo de piso

NOMBRE DE CATÓN	PISO							
	Entablado o parquet	Baldosa o vinyl	Ladrillo o cemento	Caña	Tierra	Piedra	Otros	Total
SAN CRISTÓBAL	61	679	867	3	39	9	28	1686

Fuente: INEC, Censo/2006

De los cuadros anteriormente detallados se puede interpretar que la mayoría de las viviendas en el cantón San Cristóbal son construidas con techo de losa, el tipo de material de las paredes es hormigón y el piso con el material cemento, por lo tanto se puede considerar que existe demanda del recurso pétreo para la construcción de viviendas.

4.5 CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO PÉTREO

4.5.1 GRANULOMETRÍA

El análisis granulométrico tiene como objetivo determinar la proporción de las diferentes granulometrías que presenta un suelo, es decir, que mediante este análisis sabemos qué cantidad de suelo comprende cada intervalo granulométrico. De esta forma suelos con curvas similares tendrán un comportamiento granulométrico similar.

Los resultados de las pruebas de laboratorio (Anexo C) indican que los materiales pétreos sin procesar que pasan el tamiz de tamaño ¾” es de 35%, y que un 12% pasan el tamiz de tamaño 3/8”, y que apenas un 0.1% pasan el tamiz # 200. Cuando se realiza el proceso de trituración y molienda con los equipos y maquinarias del municipio, los agregados finos van de 5 a 11% de material retenido por el tamiz #200.

4.5.2 PRUEBA DE ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES

Este ensayo pretende determinar la resistencia al desgaste de los agregados que forman un suelo. Los resultados de la pruebas de laboratorio (Anexo C) indican que el intervalo de abrasión que muestran los agregados en la Isla San Cristóbal están entre 26 al 38%, lo que quiere decir que son materiales abrasivos.

4.5.3 ANÁLISIS DE ABSORCIÓN

Es la capacidad que tiene los agregados de atraer moléculas de agua que se encuentran a su alrededor de modo que se difundan en su interior llenando los vacíos, se determina por el contenido de agua en su interior. Los resultados de la pruebas de laboratorio (Anexo C) indican que el intervalo de absorción que muestran los agregados en la Isla San Cristóbal están entre el 5 al 15%.

4.5.4 OFERTA Y DEMANDA DEL RECURSO PÉTREO

El Gobierno Municipal posee un área para la explotación de recursos pétreos en la mina llamada Cerro Quemado donde tiene maquinarias para el procesamiento como molinos y zarandas, estos agregados son vendidos bajo pedido a la población y para la construcción de obras realizadas por el municipio.

La producción de agregados finos es muy baja y de pésima calidad puesto que los molinos están en reparación cada cierto tiempo, debido a que este tipo de material volcánico es bastante abrasivo y daña las quijadas o tambores de los molinos, mientras que la producción de agregados gruesos apenas cubre la demanda de este tipo de material.

Con los datos obtenidos del censo del 2006, la mayoría de los materiales con que se construye una vivienda necesitan de los agregados pétreos, por lo tanto existe demanda del recurso pétreo por parte de la población, para la construcción de obras civiles y es mucho mayor la demanda cuando se están realizando obras de interés comunitario; los agregados que mayor demanda tienen son: arena, ripio $\frac{3}{4}$, ripio $\frac{3}{8}$, relleno (rocas de mayor tamaño). En el Cuadro 4.43, se indican los costos que el Municipio dispone para los principales agregados (por volquetada).

Cuadro 4.44 Costos de los agregados pétreos

TIPO	COSTO (\$)
Arena	70
Ripio	55
Relleno	25

Fuente: Dirección de Obras Publicas del Gobierno Municipal

CAPÍTULO 5

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES MINERAS

5.1 MANEJO PREVIO DE LAS MINAS A CIELO ABIERTO

5.1.1 DISEÑO DEL PROGRAMA MINERO

- ***Ubicación y delimitación de los frentes mineros:*** Es el trazado final del frente inicial de explotación, para lo cual es necesario realizar el levantamiento topográfico detallado del área.
- ***Programa de reservas explotables y análisis de sensibilidad de la mina:*** Definido el modelo geológico del yacimiento y cuantificadas las reservas probadas y explotables, se planifican los volúmenes a extraer de acuerdo a los valores económicos, financieros y de mercado, para lo cual se elabora un cronograma de producción a corto, mediano y largo plazo.
- ***Requerimientos de producción:*** Establecidos los requerimientos de mano de obra calificada y no calificada, con base en la magnitud del proyecto, se deberá identificar la oferta de personal dentro del área de influencia del proyecto minero.
- ***Necesidades de maquinaria y equipo:*** Con base en la magnitud del proyecto y del método de explotación a emplear, como a los programas de producción y a la sensibilidad ambiental establecida, se seleccionará la maquinaria y equipo requerido en cada una de las actividades y operaciones unitarias que garanticen el normal desarrollo de la actividad minera, con el menor impacto ambiental.

- **Obras de infraestructura:** Definidas las necesidades de maquinaria, equipos y de personal requeridos en el proyecto minero, se establecen las características de las obras civiles de infraestructura y de servicios básicos necesarios que garanticen el bienestar, la seguridad e higiene del personal vinculado, y del desarrollo de la operación minera con el menor impacto ambiental.
- **Análisis de costos e inversión:** Ajustar la evaluación económica y financiera con base en los ingresos y egresos a partir de planes de producción a un período definido.

5.1.2 APERTURA Y DESARROLLO DE FRENTES MINEROS

Frentes Mineros: Construcción, montaje e implementación de las actividades y obras indispensables para la puesta en marcha de la explotación, depende en gran medida de las características geológicas del yacimiento y del entorno ambiental del área de influencia, se revisan los siguientes aspectos:

- Descapote (suelo).
- Estabilidad de taludes.
- Altura y ángulos de bancos.
- Longitud de bancos.
- Trazado de vías y bermas.
- Patio de almacenamiento del material procesado.
- Disposición de estéril (escombrera).

Beneficio y Transformación: La infraestructura para el beneficio y transformación de materiales pétreos incluye: obras civiles, construcción de edificaciones y montaje mecánico y electromecánico de equipos de procesamiento de los materiales, por lo tanto se revisan los siguientes aspectos:

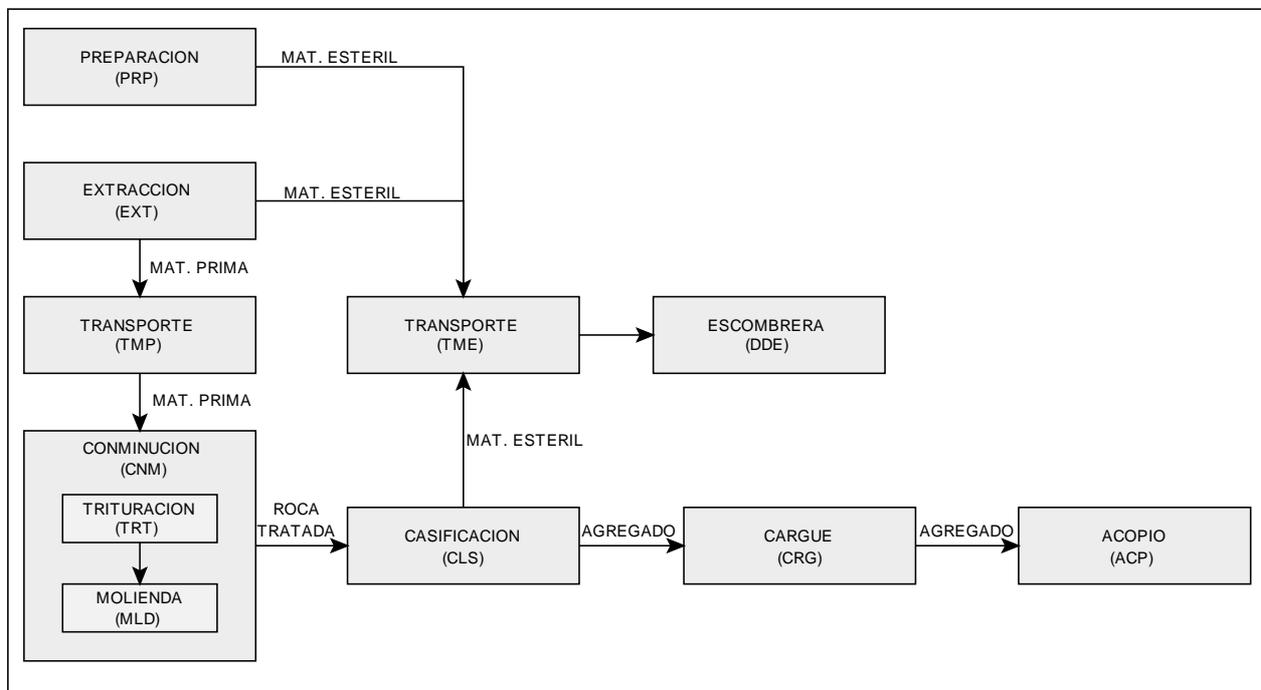
- Edificaciones administrativas (campamento, oficinas)
- Talleres
- Infraestructura de servicios básicos
- Bodegas

- Patios de acopio.
- Silos y despacho de mineral.
- Construcción y adecuación de vías de acceso.
- Banda transportadora.
- Ductos mineros.
- Líneas eléctricas y de transmisión.
- Subestaciones eléctricas.
- Montajes especiales.

5.2 PROCESOS DE LA EXPLOTACIÓN DE MATERIAL PÉTREO EN MINAS A CIELO ABIERTO

En el Gráfico 5.1 se muestra un diagrama general de los procesos para la explotación del material pétreo en minas a cielo abierto.

Gráfico 5.1 Diagrama de los procesos de explotación de material pétreo



Elaborado por: Autor

5.2.1 PREPARACIÓN (PRP)

Es el descubrimiento del yacimiento o cuerpo mineral, mediante la remoción de la capa o cobertura vegetal (estéril), generalmente se realiza con bulldozer y otros equipos.

Actividades:

- Remoción de la capa vegetal (estéril) mediante maquinaria.

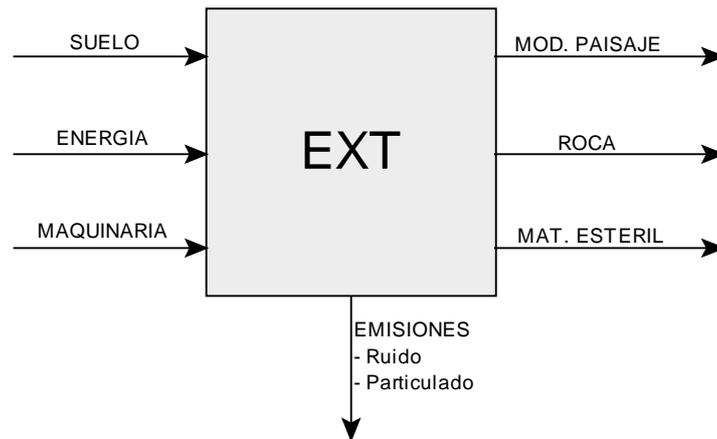


5.2.2 EXTRACCIÓN (EXT)

La extracción del material pétreo de interés, consiste en la fragmentación del macizo rocoso a un tamaño que pueda ser manipulado por el sistema definido de carga y transporte planeado. Estas operaciones se pueden realizar en forma directa o mecánica en la extracción del cuerpo mineralizado se debe evitar la contaminación del material de interés con el estéril.

Actividades:

- La remoción de estéril.
- La voladura incluye perforación y fragmentación del material.
- La extracción del yacimiento del material pétreo de interés.

Gráfico 5.3 Extracción

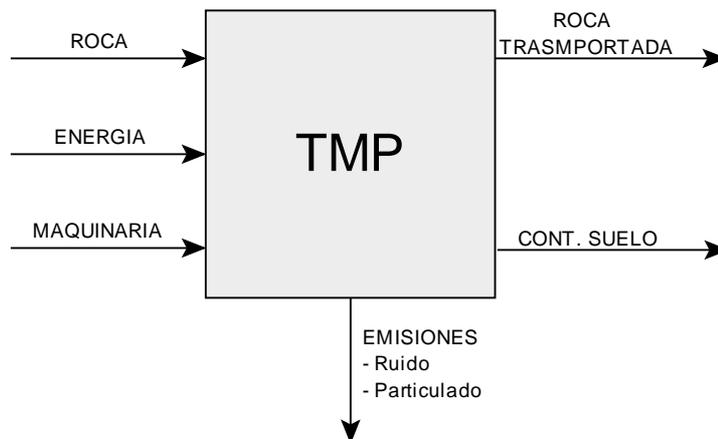
Elaborado por: Autor

5.2.3 TRANSPORTE (TMP Y TME)

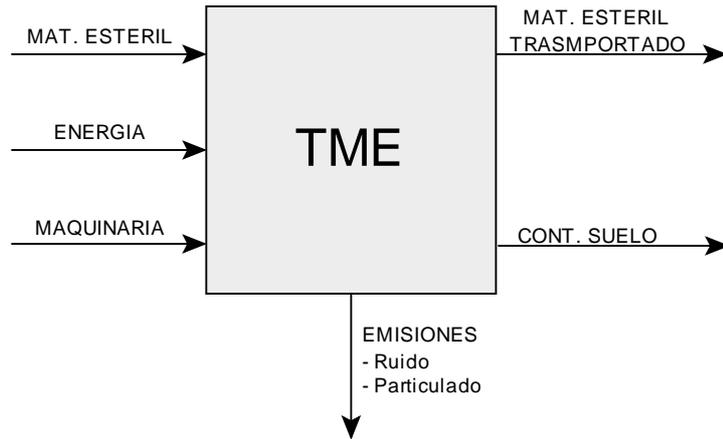
Es el traslado del material que es arrancado desde el frente de extracción hasta la planta de procesamiento, así como del material estéril hasta las escombreras o botaderos, el transporte puede ser continuo o discontinuo.

Actividades:

- Continuo: Banda transportadora
- Discontinuo: Camiones o volquetes auto-descargantes

Gráfico 5.4 Transporte

Elaborado por: Autor



Elaborado por: Autor

5.2.4 CONMINUCIÓN (CNM)

La conminución es el proceso donde el mineral es sometido a una reducción de tamaño, se realiza en dos subprocesos separados pero relacionados: trituración y molienda.

TRITURACIÓN (TRT)

En la trituración se persigue disminuir el tamaño de los trozos de roca provenientes de la mina; sin embargo se debe controlar la generación de agregados finos.

Equipos:

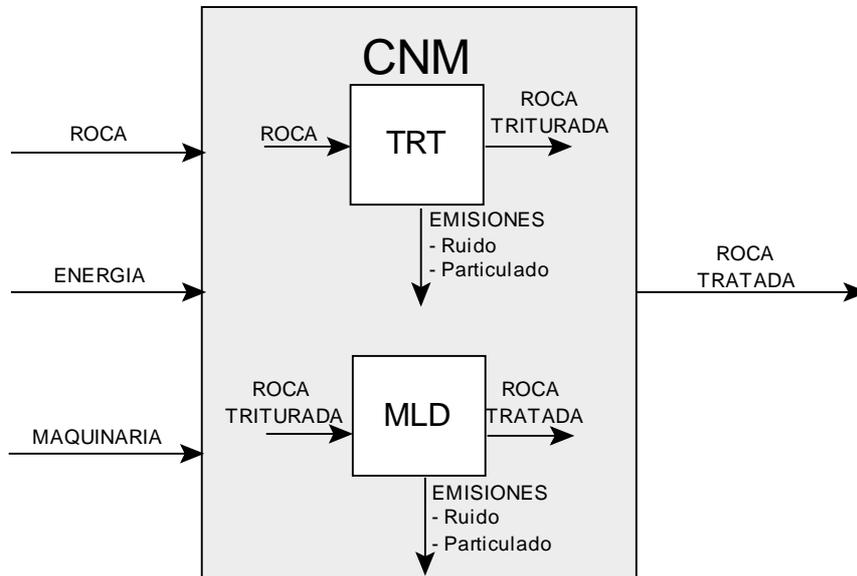
- Primarias: trituradoras de quijadas o mandíbulas y giratorias.
- Secundarias: trituradoras giratorias, de cono y de rodillos.
- Especiales: trituradoras de martillo y de rodillos dentados.

MOLIENDA (MLD)

En general el proceso consiste en reducir las partículas gruesas procedentes de la trituración a un tamaño límite esto depende de las características del mineral.

Equipos:

- Molinos que trabajan por percusión: molinos de pisones.
- Molinos que trabajan por fricción: molinos de disco.
- Molinos que trabajan por fricción y percusión: molinos rotatorios.

Gráfico 5.5 Conminución

Elaborado por: Autor

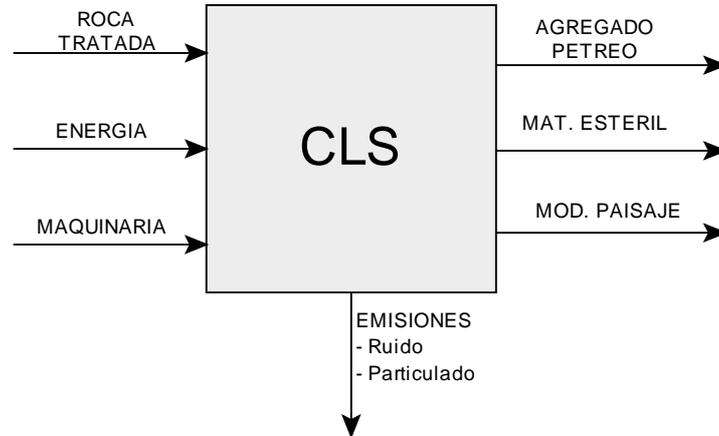
5.2.5 CLASIFICACIÓN (CLS)

Es la separación de los componentes de una mezcla de partículas en dos o más fracciones de acuerdo a su tamaño, siendo cada grupo obtenido más uniforme que la mezcla original.

Durante el tamizado el material es colocado en mallas que retienen las partículas más grandes, la forma y el tamaño de las partículas influye en este proceso. La Clasificación es una operación primordial cuando el producto tiene especificaciones estrictas de tamaño.

Equipos:

- Tamizadoras

Gráfico 5.6 Clasificación

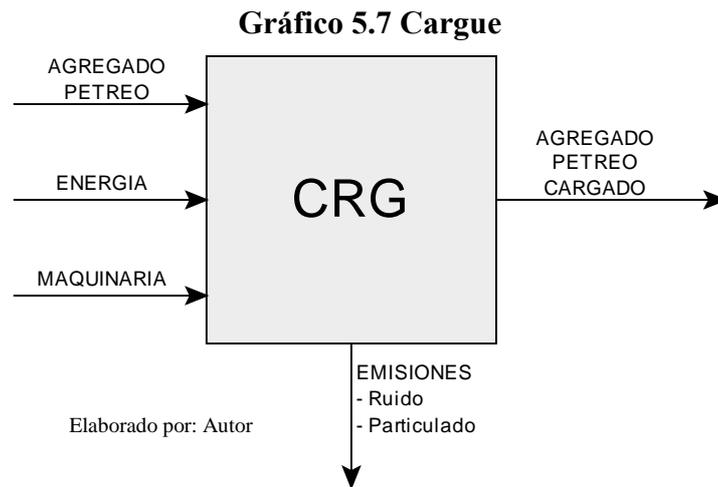
Elaborado por: Autor

5.2.6 CARGUE (CRG)

Una vez realizado los procesos anteriormente detallados del material pétreo, se procede a la operación de cargue del agregado pétreo al sistema de transporte definido.

Actividades:

- **Método Cíclico:** Se lo realiza mediante un parque de volquetes que llenan su balde con el material mediante cargadoras de cuchara y se despacha a los vehículos. En este método se utiliza palas de empuje, cargadoras, retroexcavadoras y grúas de almejas.
- **Método Continuo:** actividad en forma sucesiva e ininterrumpida se realiza el cargue, los equipos utilizados son: rueda de cangilones que alimenta bandas transportadoras con las mototraillas.



5.2.7 ACOPIO (ACP)

Hace referencia al sitio de disposición del material extraído y procesado de la mina, con el fin de ser vendido o almacenado, para su posterior beneficio o uso, estas áreas deben estar diseñadas de acuerdo con el volumen de extracción, el tiempo de almacenamiento y la calidad del material.

Actividades:

- Almacenamiento en Pila: Descargue del material en volquetes, arrume del material con tractor de llantas u orugas y el cargue del material con cargador.
- Almacenamiento en Silos: Almacenamiento continuo en el silo por medio de bandas transportadoras, descargue directo a camiones u otro medio de transporte.



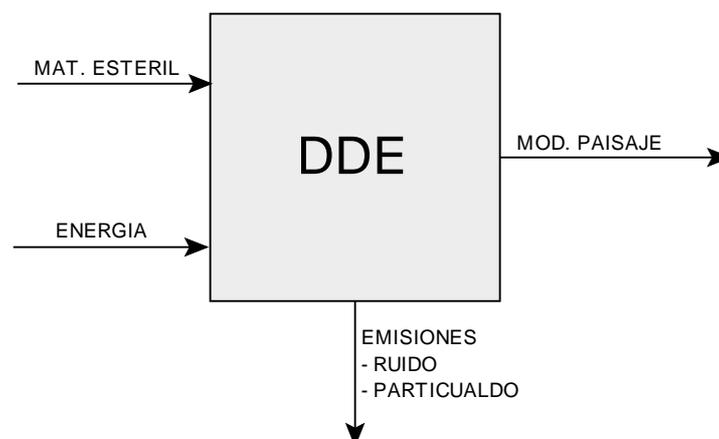
5.2.8 DISPOSICIÓN DE ESTÉRILES EN BOTADEROS O ESCOMBRERAS (DDE)

Es la disposición técnica, final o temporal, de los materiales que no presentan ningún valor económico y que acompañan al material pétreo. El material se deposita en las escombreras en condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración al entorno. Para la implementación de las escombreras se deben adelantar estudios técnicos previos que determinan su ubicación.

Actividades:

- Ubicación de las zonas de escombreras y sus límites con base en la capacidad portante del suelo, los volúmenes de material, las características y la distancia a los frentes de extracción.
- El estudio geotécnico establecerá la estabilidad de los sitios de escombrera, sus pendientes, el diseño técnico de los bancos o terrazas, así como el estudio hidrogeológico, de escorrentía, drenajes, nivel freático y de estabilidad de los taludes finales.

Gráfico 5.9 Escombrera



Elaborado por: Autor

5.3 TIPOS DE LOS AGREGADOS PÉTREOS

El agregado es un material granular que resulta de la disgregación y desgaste de las rocas o que se obtiene mediante la trituración de ellas, deben ser de origen estable, densos, resistentes y poseer una forma adecuada⁴⁰. Estos no deben sufrir cambios físicos como ablandamientos, esponjamientos, variar de volumen o alterar su constitución.

5.3.1 AGREGADO GRUESO (RIPIO)

Comprende el material que es retenido por el tamiz # 4, este tipo de material en las canteras de San Cristóbal proviene de la manipulación con maquinaria pesada producto de corte, rompimiento y fricción del material lo que produce una forma de trituración y disgregación. En el Cuadro 5.1 se indican el tamaño nominal del agregado y el tamaño físico que este debe tener.

Cuadro 5.1 Tamaño del agregado según la norma ASTM

Tamaño Nominal	Tamaño Físico (cm)
3/8"	0,95
1/2"	1,27
3/4"	1,90
1"	2,54
1 - 1/2"	3,81
2"	5,08
2 - 1 1/2"	6,35
3"	7,62
3 1/2"	8,89

Fuente: Norma ASTM

5.3.2 AGREGADO FINO (ARENA)

Comprende el material que atraviesa el tamiz # 4 y son retenidas en el tamiz # 200, la arena natural es un árido fino que resulta del proceso de meteorización de las rocas,

⁴⁰ López C. Henry, "Estudio de los Agregados y su influencia en la Resistencia de Hormigones por el Método A.C.I. correspondiente a las Canteras: Cerro Quemado, El Progreso y Cerro Verde de la Isla San Cristóbal-Galápagos", 1998.

mientras que la arena de trituración resulta del proceso de trituración y molienda de la roca o de la grava natural.

Para el caso de San Cristóbal, la arena natural es la que se encuentra en las playas, hace algunos años atrás se utilizaba este material para la construcción pero debido a la corrosión salina que se presenta con el tiempo, resultan en el deterioro de las varillas en las estructuras y en el debilitamiento de estas. Actualmente el uso de arena de playa es prohibido por la LOREG en el Art. 69.

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS, DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA, ÁREAS SENSIBLES Y ANÁLISIS DE RIESGOS

6.1 PROBLEMÁTICA DE LAS INSTALACIONES NO DESEABLES

Hay instalaciones cuyas funciones o actividades provocan rechazo, riesgo o malestar por lo que emerge la necesidad de distanciarse de éstas para evitar los efectos o impactos negativos que estas generan.⁴¹

La demanda de agregados pétreos siempre estará presente en la isla, ya sean en grandes volúmenes para obras civiles o en pequeños volúmenes para construcciones menores, puesto que para toda construcción civil se necesita este tipo de material, cuando las minas existentes se agoten se buscaran otros sitios para la explotación, por lo tanto es necesario encontrar éstas áreas tomando en cuenta factores ambientales, mineros y sociales.

6.2 DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS MINERO-AMBIENTALES

6.2.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo del análisis de los aspectos minero-ambientales de la isla se recopiló la siguiente información digital de diferentes fuentes, como indica el Cuadro 6.1.

⁴¹ Joaquín Bosque, Antonio Moreno, *SIG y localización de instalaciones y equipamientos*, 2004.

Cuadro 6.1 Coberturas de los parámetros minero-ambientales

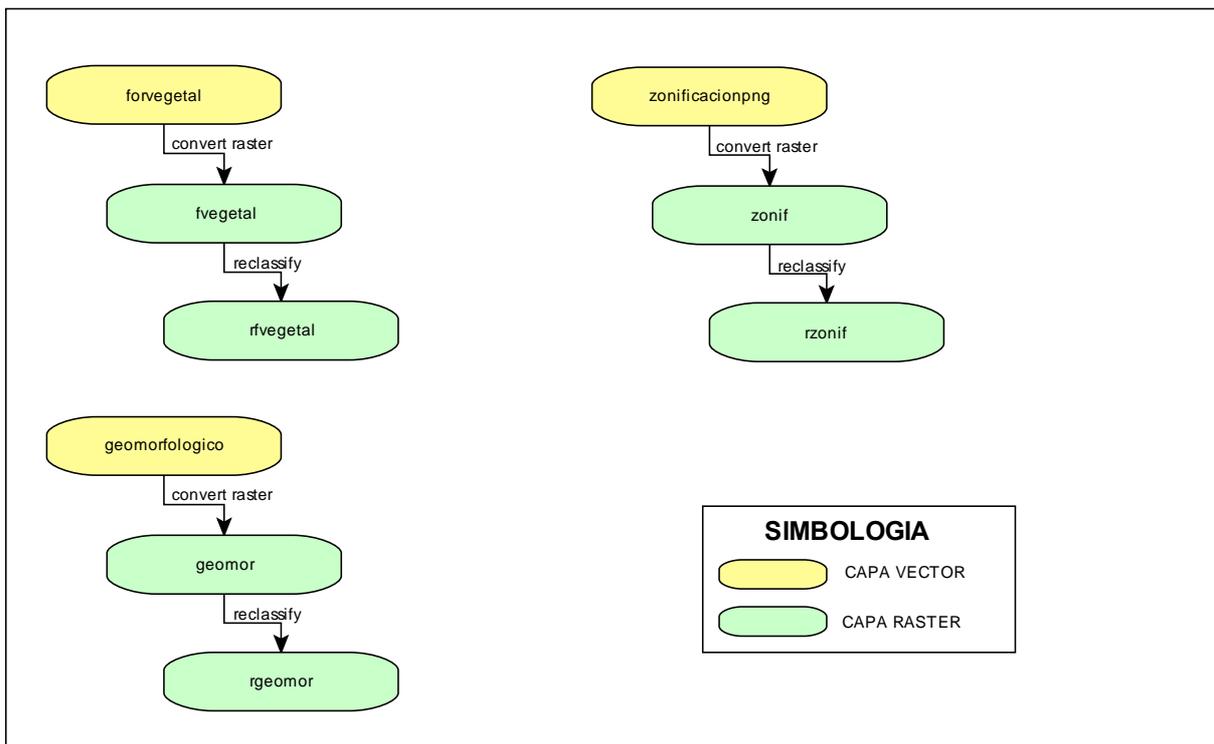
COBERTURA	FORMATO	ESCALA	FUENTE
Formaciones vegetales	Digital (shp)	1:50.000	INGALA-PRONAREG-ORSTOM
Zonificación del PNG	Digital (shp)	1:50.000	PNG
Geomorfología	Digital (shp)	1:50.000	INGALA-PRONAREG-ORSTOM

Recopilado por: Autor

6.2.2 ESTRUCTURACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS COBERTURAS DE LOS ASPECTOS MINERO-AMBIENTALES

Una vez recopilada la información digital se procede a realizar la estructuración de las coberturas minero-ambientales, en el software ArcGIS como lo indica en forma general el Gráfico 6.1.

Gráfico 6.1 Estructuración de las Coberturas Minero-Ambientales



Elaborado por: Autor

A continuación se analiza como se estructuró y evaluó cada una de las coberturas minero-ambiental

FORMACIONES VEGETALES

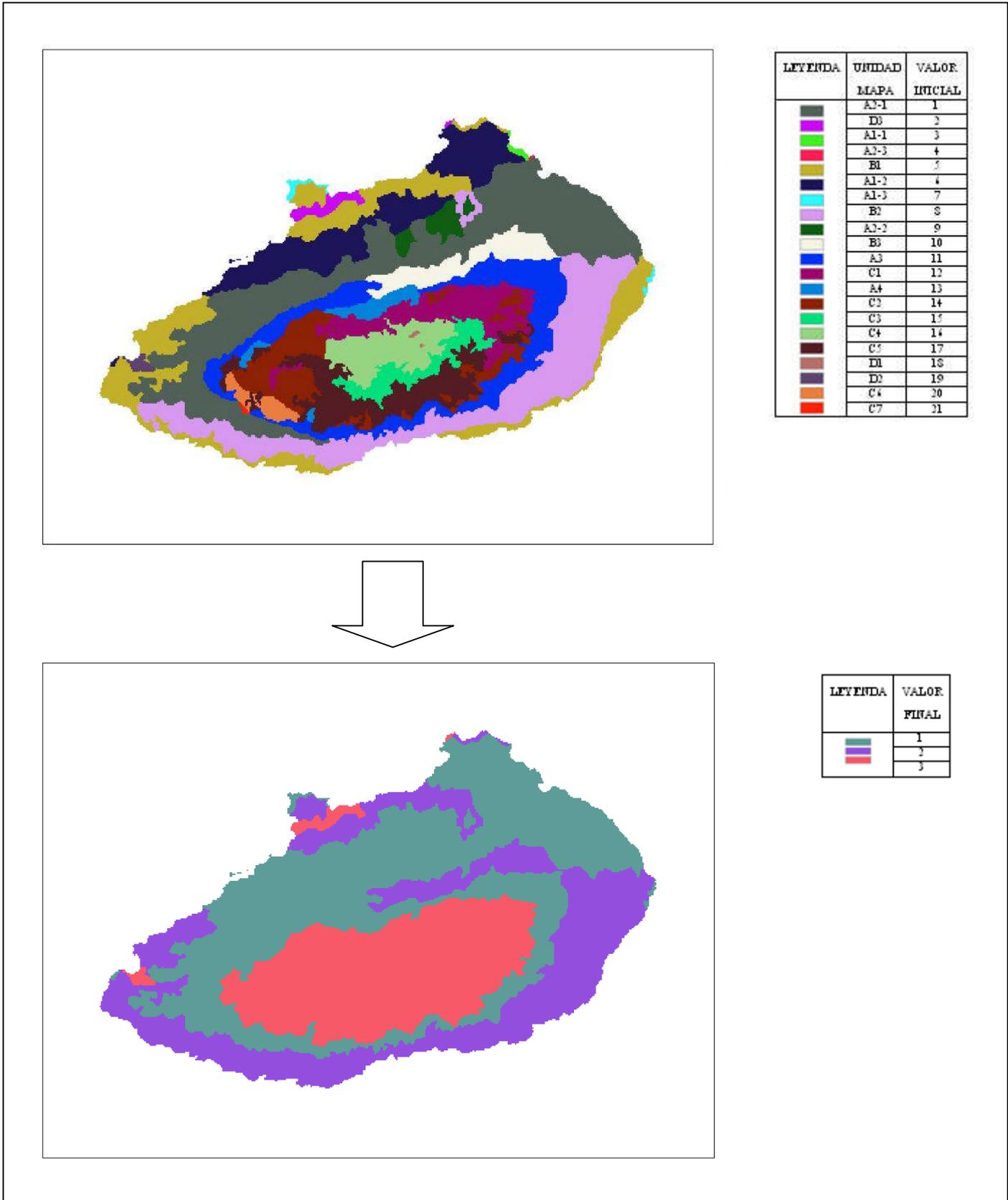
A la capa vectorial de la cobertura vegetal se la convierte en una capa raster mediante el comando *convert raster* y se procede a realizar la reclasificación mediante el comando *reclassify*, de la siguiente manera: 1 para vegetación natural, 2 para la vegetación mezcla de usos y 3 para la vegetación introducida y áreas descubiertas, tal como se muestra en el Cuadro 6.2; en el Gráfico 6.2, se muestran el área de estudio con los valores antes y después de la reclasificación.

Cuadro 6.2 Reclasificación de las formaciones vegetales

TIPO	UNIDAD MAPA	VALOR INICIAL	VALOR FINAL
Vegetación Natural zona árida arbórea muy abierta	A1-1	3	1
Vegetación Natural zona árida arbórea abierta	A1-2	6	1
Vegetación Natural zona árida arbustiva muy abierta	A1-3	7	1
Vegetación Natural zona muy seca arbórea cerrada	A2-1	1	1
Vegetación Natural zona muy seca arbórea abierta	A2-2	9	1
Vegetación Natural zona muy seca arbórea muy abierta	A2-3	4	1
Vegetación Natural zona seca arbórea cerrada	A3	11	1
Vegetación Natural zona húmeda arbórea cerrada	A4	13	1
Zona de Mezcla de usos del suelo del nivel A2	B1	5	2
Zona de Mezcla de usos del suelo del nivel A3	B2	8	2
Zona de Mezcla de usos del suelo del nivel A4	B3	10	2
Vegetación introducida otros tipos de vegetación antrópica Bosques espontáneos	C1	12	3
Vegetación introducida cultivos zona húmeda	C2	14	3
Vegetación introducida matorrales degradados zona muy húmeda	C3	15	3
Vegetación introducida pampas degradadas zona muy húmeda	C4	16	3
Vegetación introducida pastos degradados en zona seca	C5	17	3
Vegetación introducida cultivos zona seca	C6	20	3
Vegetación introducida cultivos zona muy seca	C7	21	3
Zonas sin vegetación lagunas	D1	18	3
Superficies artificiales puertos y núcleos urbanos	D2	19	3
Zonas sin vegetación playas y materiales volcánicos recientes	D3	2	3

Elaborado por: recopilación Autor

Gráfico 6.2 Reclasificación de las formaciones vegetales



Elaborado por: Autor

ZONIFICACIÓN PNG

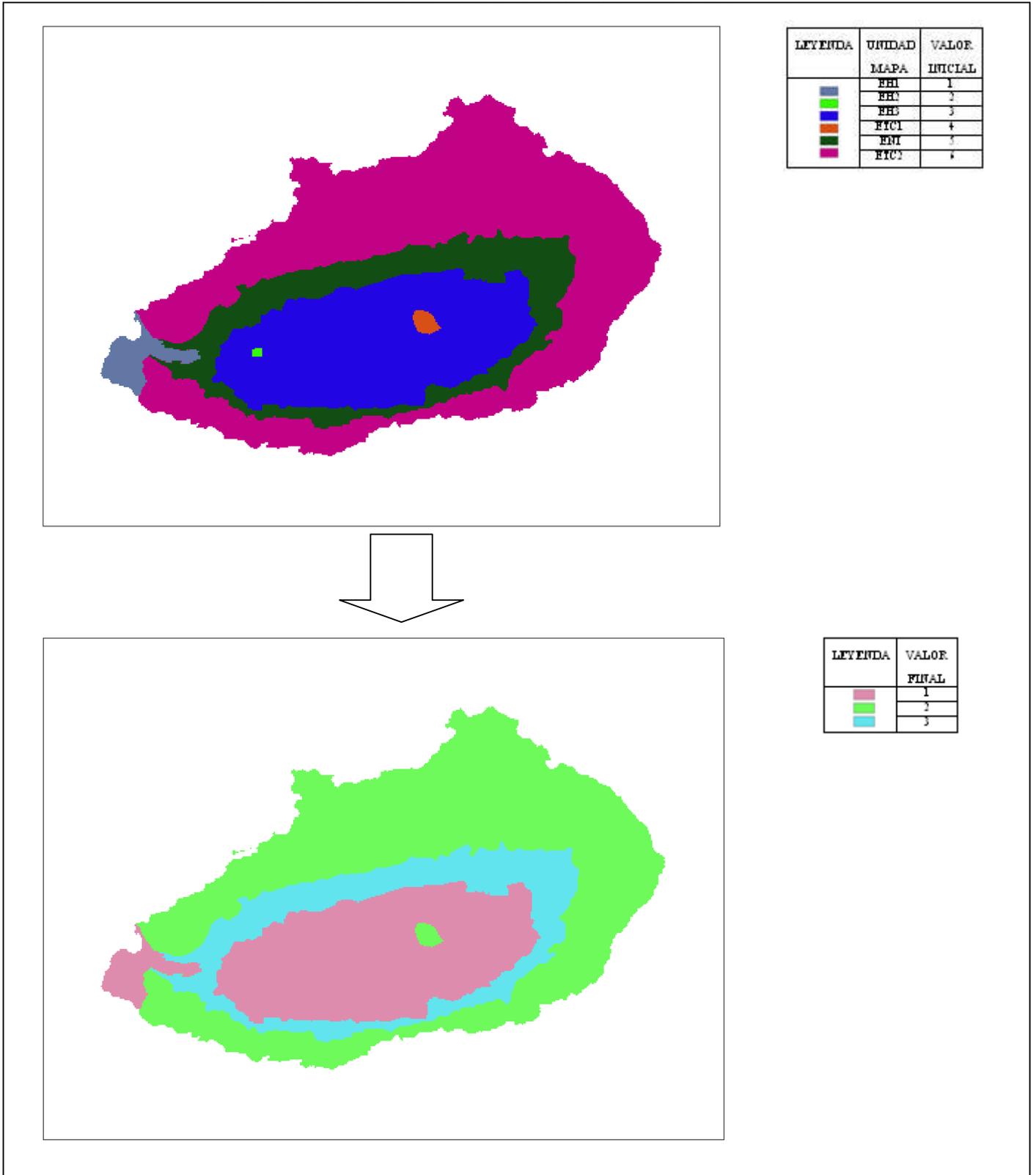
En la capa vectorial de la zonificación establecida en el Plan de Manejo del PNG se la convierte en una capa raster mediante el comando *convert raster* y se procede a realizar la reclasificación mediante el comando *reclassify*, de la siguiente manera: 1 para áreas del Espacio Humano, 2 para áreas de Interés Turístico y de Conservación y 3 para áreas intervenidas en el Espacio Natural, tal como se muestra en el Cuadro 6.3; en el Gráfico 6.3, se muestran el área de estudio con los valores antes y después de la reclasificación.

Cuadro 6.3 Reclasificación de la Zonificación del PNG

TIPO	UNIDAD MAPA	VALOR INICIAL	VALOR FINAL
Urbana	EH1	1	1
Rural	EH2	2	1
Agropecuaria	EH3	3	1
Uso turístico recreacional	ETC1	4	2
Reducción de Impactos	ENI	5	3
Conservación y Restauración de Ecosistemas	ETC2	6	2

Elaborado por: recopilación Autor

Gráfico 6.3 Reclasificación de la Zonificación del PNG



Elaborado por: Autor

GEOMORFOLOGÍA

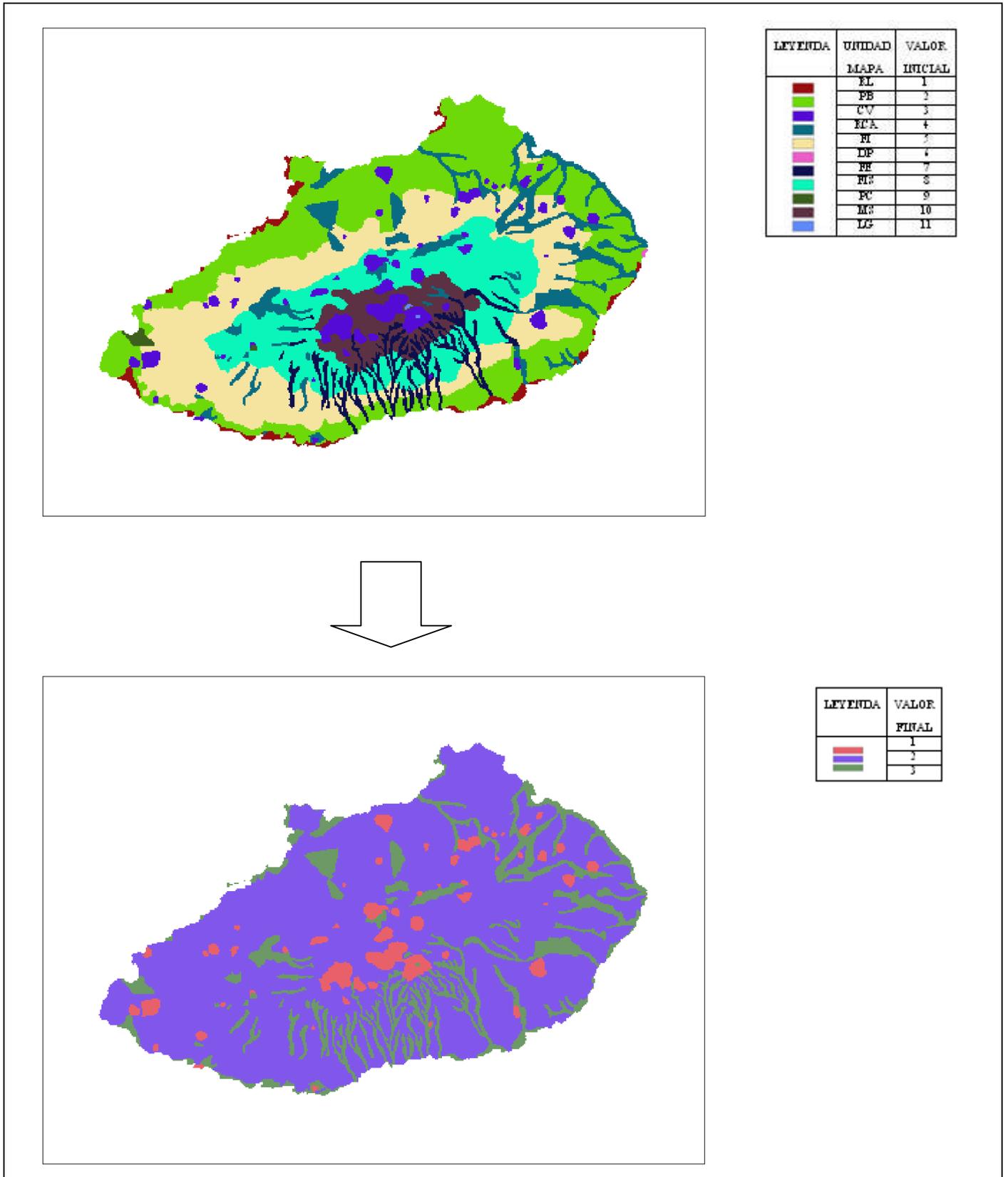
A la capa vectorial de la geomorfología se la convierte en una capa raster mediante el comando *convert raster* y se procede a realizar la reclasificación mediante el comando *reclassify*, de la siguiente manera: 1 para zonas muy limitadas, 2 para zonas limitadas y 3 para zonas satisfactorias para encontrar recursos pétreos, tal como se muestra en el Cuadro 6.4; en el Gráfico 6.4, se muestran el área de estudio con los valores antes y después de la reclasificación.

Cuadro 6.4 Reclasificación de las formas geomorfológicas

TIPO	UNIDAD MAPA	VALOR INICIAL	VALOR FINAL
Relieves litorales	RL	1	1
Parte basal	PB	2	2
Pequeños cono volcánicos aislados	CV	3	3
Relieves coluvio-aluviales	RCA	4	1
Flancos inferiores	FI	5	2
Depósitos arenosos	DP	6	1
Formas de erosión	FE	7	1
Flancos intermedios a superiores	FIS	8	2
Población	PC	9	1
Manto Somital	MS	10	2
Lagunas	LG	11	1

Elaborado por: recopilación Autor

Gráfico 6.4 Reclasificación de la Geomorfología



Elaborado por: Autor

6.3 DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS SOCIALES

6.3.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo del análisis de los aspectos sociales de la isla se recopiló la siguiente información digital, como indica el Cuadro 6.5.

Cuadro 6.5 Coberturas de los parámetros sociales

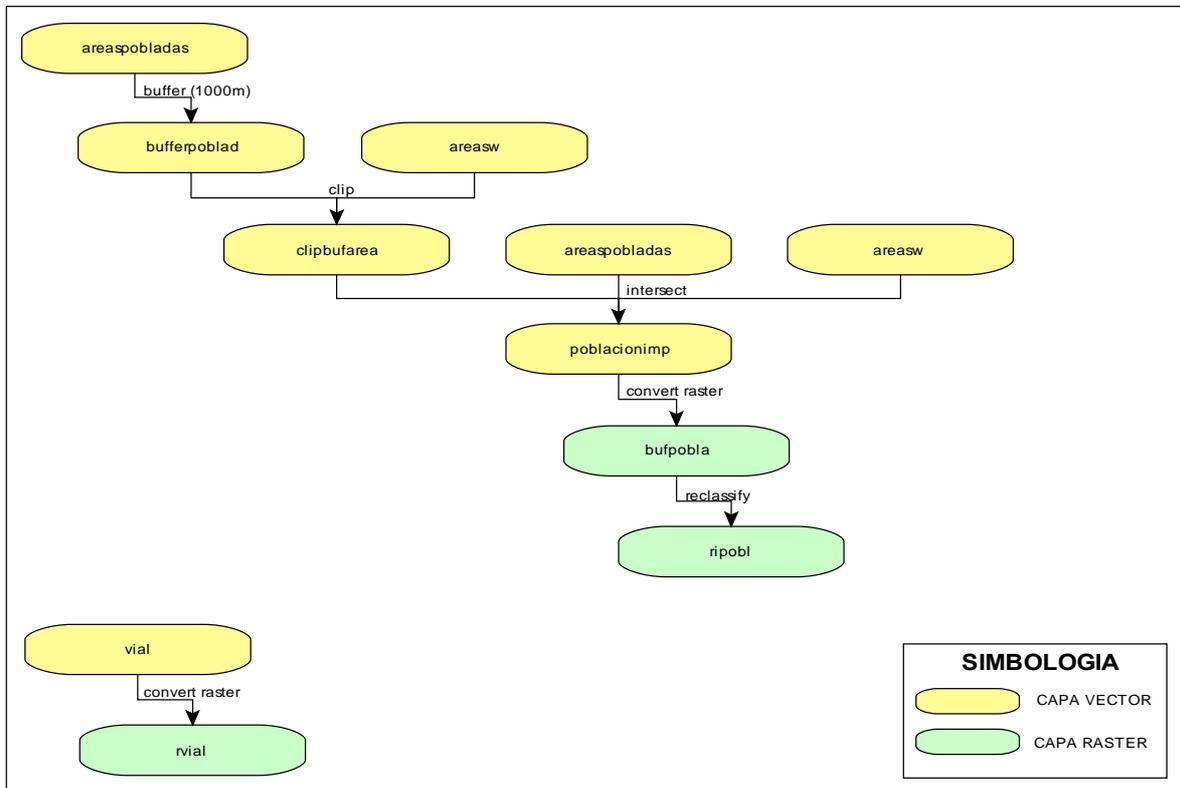
COBERTURA	FORMATO	ESCALA	FUENTE
Áreas pobladas	Digital (shp)	1:50.000	PNG
Vial	Digital (shp)	1:50.000	PNG

Recopilado por: Autor

6.3.2 ESTRUCTURACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS COBERTURAS DE LOS ASPECTOS SOCIALES

Una vez recopilada la información digital se procede a realizar la estructuración de las coberturas de los aspectos sociales, en el software ArcGIS como lo indica en forma general el Gráfico 6.5.

Gráfico 6.5 Estructuración de las coberturas sociales



Elaborado por: Autor

A continuación se analiza como se estructuró y evaluó cada una de las coberturas minero-ambiental.

AFECTACIÓN A CENTROS POBLADOS

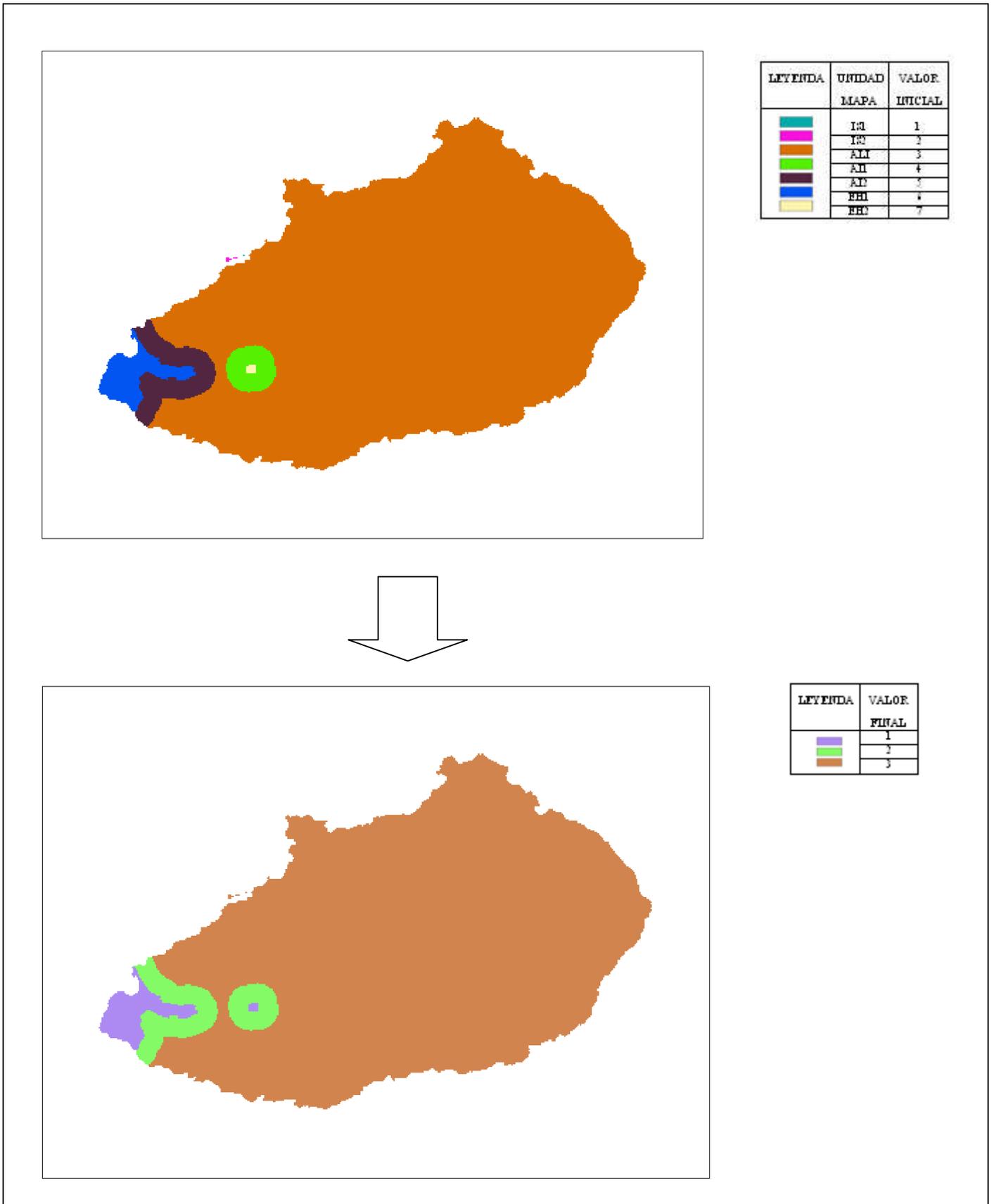
En la capa vectorial de las áreas pobladas se realiza un *buffer* de 1000 metros, resultado de este se realiza una unión mediante el comando *clip* con la capa vectorial del área del proyecto, realizamos la intersección con las capas de áreas pobladas y el área del proyecto mediante el comando *intersect*, el resultado de este proceso se convierte en una capa raster mediante el comando *convert raster* y se procede a realizar la reclasificación mediante el comando *reclassify*, de la siguiente manera: 1 para afectación directa, 2 para afectación media y 3 para afectación baja, tal como se muestra en el Cuadro 6.6; en el Gráfico 6.6, se muestran el área de estudio con los valores antes y después de la reclasificación.

Cuadro 6.6 Reclasificación de la afectación a los centros poblados

TIPO	UNIDAD MAPA	VALOR INICIAL	VALOR FINAL
Islote	IS1	1	1
Islote	IS2	2	1
Área libre de influencia	ALI	3	3
Área de influencia indirecta	AI1	4	2
Área de influencia indirecta	AI2	5	2
Área urbana	EH1	6	1
Área rural	EH2	7	1

Elaborado por: recopilación Autor

Gráfico 6.6 Reclasificación de la afectación a los centros poblados



Elaborado por: Autor

VIAL

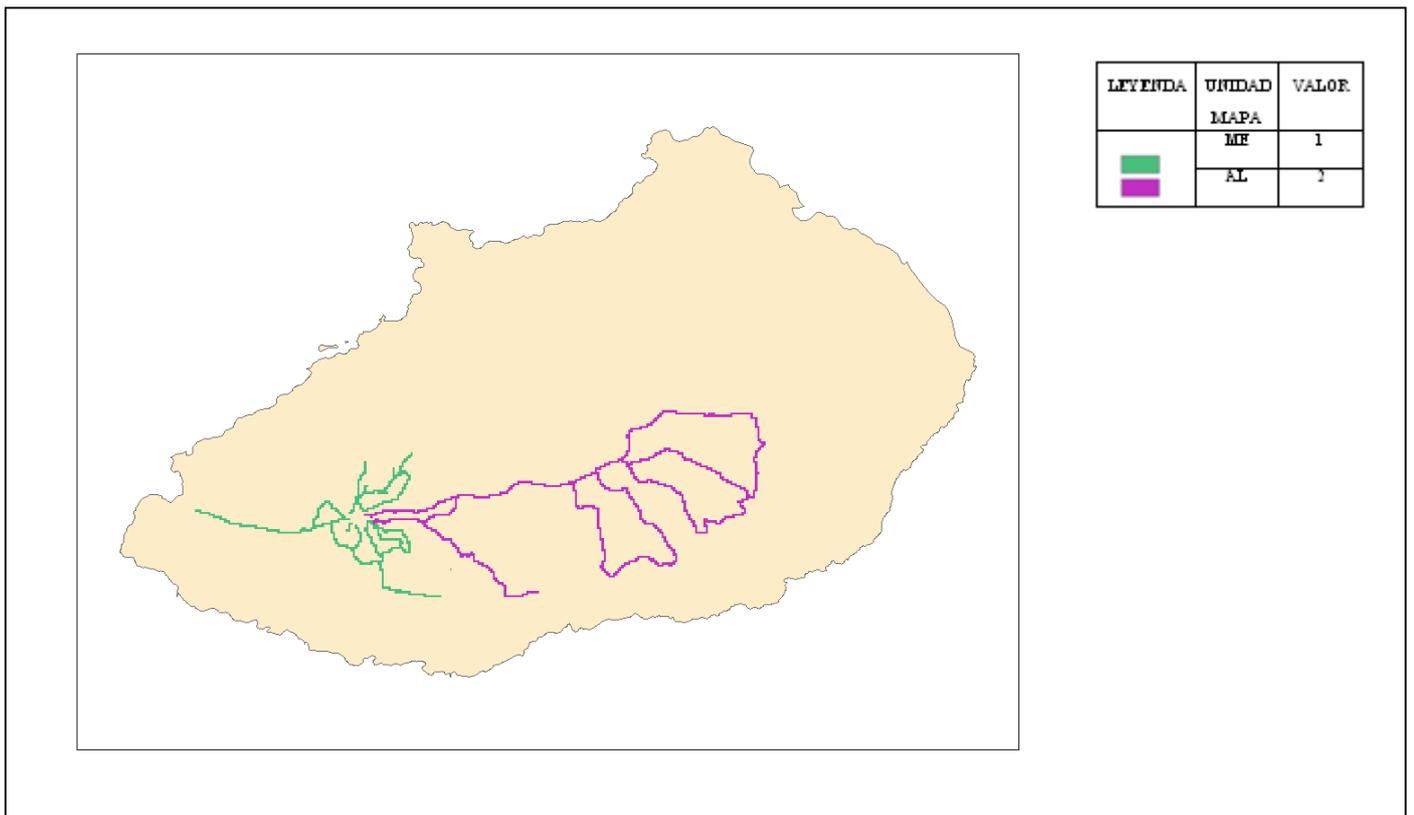
A la capa vectorial de las vías se la convierte en una capa raster mediante el comando *convert raster*, en función de la dificultad, tal como se muestra en el Cuadro 6.7; en el Gráfico 6.7, se muestran el área de estudio con los valores viales en función de la dificultad.

Cuadro 6.7 Vías según la dificultad

TIPO	UNIDAD MAPA	VALOR
Media	ME	1
Alta	AL	2

Elaborado por: recopilación Autor

Gráfico 6.7 Vías según la dificultad

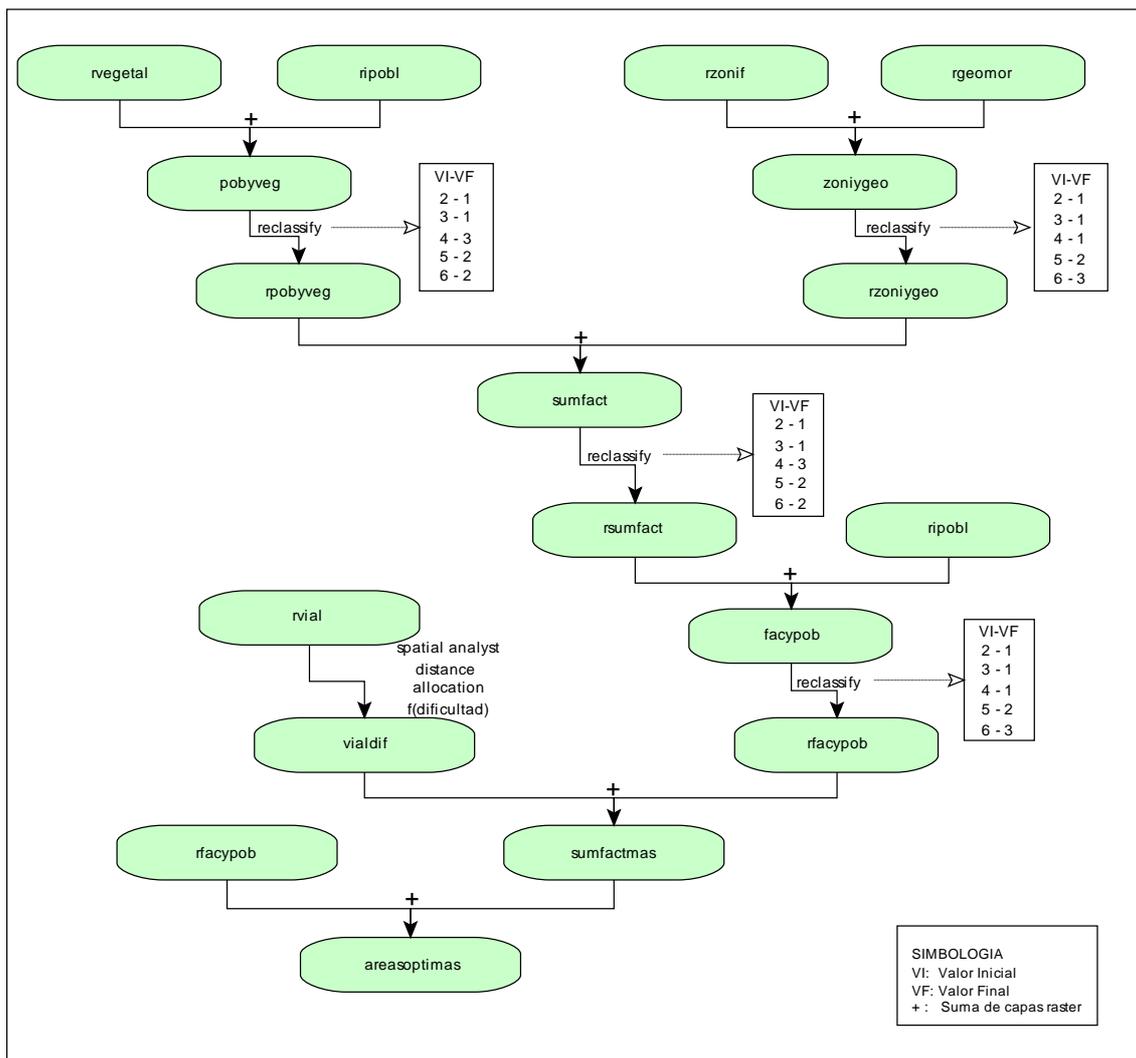


Elaborado por: Autor

6.4 MODELAMIENTO CARTOGRÁFICO

En el modelamiento cartográfico realizamos operaciones (álgebra de mapas) en formato raster con las coberturas minero-ambiental y social anteriormente detalladas, mediante el comando *raster calculator* como se muestra en el Gráfico 6.8.

Gráfico 6.8 Estructuración del Modelamiento Cartográfico



Elaborado por: Autor

6.5 RESULTADOS

Del proceso del modelamiento cartográfico tenemos como resultado final la siguiente cobertura: **areasoóptimas** como se muestra el Gráfico 6.9, del resultado final del modelamiento podemos sacar las siguientes conclusiones, tenemos dos zonas representadas por los valores 3 y 4 las cuales tienen un significado de “MUY LIMITADO” para la localización de sitios para la explotación de materiales pétreos, para las zonas con valores 5 y 6 las cuales tienen un significado de “LIMITADO” para la localización de sitios para la explotación de materiales pétreos, mientras que para las zonas 7 y 8 tienen un significado “SATISFACTORIO” ya que son sitios óptimos para la explotación de materiales pétreos.

Las zonas representadas con el valor 7 indican menor dificultad de movilización, mientras que las zonas representadas con el valor 8 indican mayor dificultad de movilización. Para la zona representada con el valor 7, posee cuatro áreas pero solo tres son áreas potenciales satisfactorias (7A, 7B, 7C), para la zona representada con el valor 8, posee siete áreas pero solo tres son áreas potenciales satisfactorias (8A, 8B, 8C). En el Cuadro 6.8, se indican las posiciones de las 6 áreas óptimas que obtuvimos del proceso del modelamiento.

Cuadro 6.8 Posiciones de las áreas óptimas del Modelamiento Cartográfico

NOMBRE	W	S	SITIO
7A	89° 34' 28,55''	0° 53' 14,26''	Cerro Mundo
7B	89° 33' 54,73''	0° 53' 15,20''	S/N
7C	89° 34' 46,45''	0° 57' 38,34''	Cerro Las Negritas
8A	89° 25' 25,55''	0° 53' 39,13''	Cerro Verde
8B	89° 27' 24,89''	0° 51' 43,76''	S/N
8C	89° 30' 05''	0° 52' 00,67''	S/N

Elaborado por: Autor

6.6 DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA (AI)

Las fases mineras para una mina de extracción de recursos pétreos son: construcción y montaje, arranque, transporte, almacenamiento de materiales, cierre y abandono. El área de Influencia para cada componente físico, ambiental y social se detalla en el Cuadro 6.9.

Cuadro 6.9 Áreas de Influencia

FASES	COMPONENTES						
	FÍSICO				BIÓTICO		SOCIO-CULTURAL
	GEOMORFOLOGÍA	SUELOS	AGUA	AIRE	FLORA	FAUNA	EXPECTATIVAS
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	Directa	Directa	---	Directa Indirecta	Directa	Directa	Directa Indirecta Regional
ARRANQUE	--	Directa	Directa	Directa Indirecta	Directa Indirecta	Directa	---
TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	---	Directa	---	Directa Indirecta	Directa	Directa	---
CIERRE Y ABANDONO	---	Directa Indirecta	Directa	---	Directa Indirecta	Directa	---

Elaborado por: Autor

6.6.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)

Zonas dentro del área de construcción del proyecto, que son impactadas directamente. El área de influencia directa es aquella donde hay movimiento de tierras, es una zona de 15 m de ancho para apertura del derecho de vía.⁴²

Para el Componente Físico se afectan: la geomorfología, el suelo y el aire ubicados en el área del proyecto debido a las actividades propias que en la minería de recursos pétreos se desarrollan, para el Componente Biótico se afecta la flora y la fauna dentro del área del proyecto; para el Componente Social no se afecta ningún área de asentamiento humano, pero crea expectativas en la población residente.

⁴² WALSH, 2004

6.6.2 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)

Son zonas dentro del área del proyecto, que son impactadas indirectamente. Esta área incluye una zona de amortiguamiento de 1000m.⁴³

Para el Componente Físico el área de influencia indirecta está constituida por las zonas aledañas afectadas por la remoción del suelo y las actividades propias de la explotación, para el Componente Biótico el área de influencia indirecta constituye las zonas afectadas por el ruido de las actividades propias del proyecto, circulación de personal y maquinaria dentro del área de amortiguamiento; para el Componente Social no se afecta ningún área de asentamiento humano, pero genera expectativas laborales y de conservación.

6.6.3 ÁREA DE INFLUENCIA REGIONAL (AIR)

Esta área involucra las zonas impactadas fuera del área del proyecto, donde se incluye a las poblaciones circundantes tanto en el área urbana y rural de la isla.

Para el Componente Físico, el área de influencia regional está constituida por toda la parte sur-occidental de la isla, fuera del área de amortiguamiento. Estos impactos son normalmente reducidos en gran medida por atenuación y dilución, en el área de influencia regional del proyecto generalmente no se afectará al Componente Biótico; para el Componente Social, el área de influencia regional está constituida por zonas pobladas, aledañas al proyecto, en donde se crean expectativas laborales y de conservación.

En el Gráfico 6.10, se indican las Áreas de Influencia de las Zonas Óptimas del modelamiento cartográfico.

⁴³ WALSH, 2004

6.7 DETERMINACIÓN DE ÁREAS SENSIBLES (AS)

Para el medio físico, las áreas sensibles constituyen los espacios geográficos, en los que la susceptibilidad está determinada por los procesos erosivos y morofodinámicos futuros, su determinación depende fundamentalmente del análisis, valoración y calificación de factores como: estructura de los suelos, pendiente, cobertura vegetal, tipo de roca y además en forma general la presencia de drenajes.

Para el medio biótico la sensibilidad ambiental mantiene la relación con la presencia de ecosistemas naturales y especies, que por alguna característica propia presenten condiciones de singularidad que podrían ser vulnerables ante los posibles impactos del proyecto.

Para el medio social la sensibilidad está definida por la presencia de asentamientos que puedan en un determinado momento sufrir algún efecto.

6.7.1 SENSIBILIDAD AL COMPONENTE FÍSICO

Son suelos de color pardo-rojizo, de textura franco-arcillo-limosa, poco profunda a causa de las proyecciones piroclásticas alternadas de escorias y lapilli intercaladas con lavas. Estos suelos son muy sensibles a la erosión tienen potencial a la compactación, expansión y tienen limitaciones para actividades de construcción de obras civiles.

Cuadro 6.10 Factores de sensibilidad física

Unidad Geomorfológico	Factores de sensibilidad			
	Pendiente	Erosión	Compactación	Total
FI	Baja	Media	Media	Media
FIS	Baja	Media	Media	Media
CV	Media	Media	Media	Media

Categorías: Alta, Media, Baja
 Nomenclatura:
 FI: flancos inferiores
 FIS: flancos intermedios a superiores
 CV: pequeños conos volcánicos

Elaborado por: Autor

En el área de estudio se ha identificado al suelo como componente físico sensible, el que será intervenido por el proyecto debido al tipo de actividades que se desarrollarán en el proceso de extracción del material pétreo. Por lo tanto este componente presenta una sensibilidad media.

6.7.2 SENSIBILIDAD AL COMPONENTE BIÓTICO

Normalmente la mayoría de los ecosistemas de las islas Galápagos son áreas con baja resistencia a las alteraciones antrópicas, por lo que en la definición de las sensibilidades se consideran aspectos tales como: especies sensibles que delatan si existen cambios o fraccionamientos del ecosistema natural, estado de conservación, cobertura vegetal, zona de distribución de especies.

FLORA

Los factores utilizados para describir y evaluar la sensibilidad en cuanto a la flora y grupos vegetales identificados en la zona son: unidad ecológica, especies de importancia, hábitat, cubierta vegetal.

- **Unidades Ecológicas:** Se incluyen a todas las especies vegetales que tienen exigencias climáticas similares.
- **Especies de Importancia:** Incluye todas las especies vegetales nuevas, endémicas, en peligro de extinción, útiles para la medicina y de valor económico.
- **Hábitat:** Comunidades de especies restringidas a determinados hábitats.
- **Cubierta Vegetal:** Incluye la erosión y compactación de la cubierta vegetal, el área a ser removida y su influencia en las zonas aledañas a la misma.
- **Estado de Conservación Actual:** Se relaciona con el estado de conservación actual y futuro del bosque. Esta evaluación incluye protección legal e ingreso a esas áreas.

Cuadro 6.11 Sensibilidad Florística

Tipo de Vegetación	Factores de sensibilidad					Total
	Unidades Ecológicas	Especies de Importancia	Hábitat	Cobertura Vegetal	Estado actual de conservación	
Bma	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Bs	Media	Alta	Media	Media	Alta	Media

Categorías: Alta, Media, Baja
Nomenclatura:
Bma: bosque maduro sobre construcciones volcánicas menores
Bs: bosque secundario

Elaborado por: Autor

La remoción de la vegetación implica la pérdida total de las especies vegetales endémicas que allí habitan, abrir trochas y caminos acelera el ingreso de flora agresiva como la *lantana camara* (tupirosa), *bryophyllum pinnatum* (hoja de aire) en este caso el grado de sensibilidad es alto.

FAUNA

Para el componente fauna se evaluó dentro de cada tipo de vegetación tomando en cuenta los siguientes factores: hábitat, niveles de ruido y contaminación atmosférica.

- **Cambios en el Hábitat:** Incluye la sensibilidad de comunidades de especies de animales restringidos a determinados hábitats, que serán desplazados por causa de las distintas actividades del proyecto.
- **Cambios en los Niveles de Ruido:** Se refiere a la sensibilidad de ciertos grupos faunísticos a altos niveles de ruido, especialmente aquellos provocados por actividades humanas.
- **Contaminación de Agua, Suelo o Aire:** Tiene que ver con la sensibilidad de las especies animales a las actividades humanas, como aquellas del proyecto, que provoquen la contaminación de los cuerpos de agua, suelos y aire.

Cuadro 6.12 Sensibilidad Faunística

Tipo de Vegetación	Factores de sensibilidad			
	Cambios en el hábitat	Cambios en los niveles de ruido	Contaminación de agua, suelo, aire	Total
Bma	Alta	Alta	Alta	Alta
Bs	Media	Alta	Media	Media

Categorías: Alta, Media, Baja
Nomenclatura:
Bma: bosque maduro sobre construcciones volcánicas menores
Bs: bosque secundario

Elaborado por: Autor

La sensibilidad para la fauna viene dada por la presencia de especies o condiciones altamente sensibles en el área de estudio del proyecto, en este caso el ruido, la contaminación y los cambios de hábitat provocados por las actividades mineras determinarían la migración de estas especies hacia otros sitios, en este caso el grado de sensibilidad es alto.

6.7.3 SENSIBILIDAD AL COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

Los grados de susceptibilidad se determinan por el grado de influencia que las acciones de intervención de un agente externo en este caso el proyecto minero generan sobre la condición de sensibilidad de la población. La clasificación de la sensibilidad para el componente social considera los parámetros que afectarán el estilo y la calidad de vida de los habitantes de las áreas de influencia del proyecto propuesto.

- **Potencial de Empleo:** Se centra en la oferta de puestos de trabajo para la mano de obra local en el proyecto, se requiere mantener espacios de diálogo constante al respecto para garantizar que los trabajos se realicen sin paros u otro tipo de afectaciones al proyecto.
- **Expectativas de la Población:** Las expectativas de la población en general tienen que ver con la interacción del concesionario minero con la comunidad, información sobre las actividades del proyecto, oferta de puestos de trabajo, cuidado ambiental en las actividades mineras.

- **Ruido:** Se contempla en este ámbito de la sensibilidad los problemas sociales, que puedan generar en la población el movimiento de maquinaria, el ruido producto de las actividades propias de la minería o en general actividades que generen ruido.

Cuadro 6.13 Sensibilidad Socioeconómica

Zonas Pobladas	Factores de sensibilidad			
	Potencial de empleo	Expectativas de la población	Ruido	Total
Urbana	Baja	Baja	Media	Baja
Rural	Baja	Baja	Media	Baja

Categorías: Alta, Media, Baja

Elaborado por: Autor

En este caso las potenciales áreas de explotación se encuentran alejadas de asentamientos poblados, por lo que el grado de susceptibilidad al componente social es bajo.

6.8 ANÁLISIS DEL RIESGO (AR)

Con la finalidad de tener una visión clara respecto a los riesgos potenciales que podrían afectar a la estabilidad del área minera y las áreas de influencia, se consideró necesario realizar la evaluación de riesgos físicos y riesgos del proyecto al ambiente. Con la información recopilada en el diagnóstico se identifican los componentes que presentan riesgos, son evaluados sobre la base de una matriz de riesgo, que sirve para identificar en donde el riesgo de cada componente es mayor, la matriz de calificación se presenta en el Cuadro 6.14.

Cuadro 6.14 Matriz de evaluación de Riesgos

P R O B A B I L I D A D	5	Muy probable (mas de una vez al año)						
	4	Bastante probable (una vez por año)						
	3	Probable (una vez cada 10 a 100 años)						
	2	Poco probable (una vez cada 100 a 1000 años)						
	1	Improbable (menos de una vez cada 1000 años)						
		Bajo		Alto	No importante	Limitadas	Serias	Muy Serias
	Moderado		Muy Alto	A	B	C	D	E
CONSECUENCIAS								

Fuente: Fundación Natura, 1996

6.8.1 RIESGOS FÍSICOS

La evaluación del riesgo en lo referente a los aspectos físicos incluye los peligros que amenazan al proyecto. Los peligros físicos principales son: estabilidad geomorfológica, suelos, clima. Estos peligros se describen a continuación en el Cuadro 6.15.

- **Estabilidad Geomorfológica:** Los terrenos geomorfológicamente inestables podrían amenazar a las instalaciones.
- **Suelos:** Las condiciones de suelos inestables (arcillosos) pueden resultar en asentamientos diferenciales en las cimentaciones de las construcciones, erosión e inestabilidades geomorfológicas.
- **Clima:** Las condiciones climáticas extremas que pueden presentarse con la llegada del fenómeno de El Niño generalmente son las lluvias intensas que a menudo desaceleran las actividades del proyecto.

Cuadro 6.15 Evaluación de Riesgos Físicos

RIESGOS FÍSICOS	FASES DEL PROYECTO				TOTAL
	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	ARRANQUE	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	CIERRE Y ABANDONO	
INESTABILIDAD GEOMORFOLOGICA	Alto (D4)	Alto (D4)	Alto (C5)	Moderado (D2)	Alto
SUELOS	Moderado (B4)	Moderado (C4)	Moderado (B4)	Moderado (B4)	Moderado
CLIMA	Bajo (B3)	Bajo (B3)	Bajo (B3)	Bajo (B3)	Baja

Elaborado por: Autor

- La inestabilidad geomorfológica representa una amenaza alta puesto que la mina se establecerá sobre pequeños conos volcánicos parásitos.
- Los suelos representan una amenaza moderada para las actividades del proyecto, puesto que pueden presentar arcilla en su contenido.
- El clima representa una amenaza baja puesto que el fenómeno de El Niño se presenta cada cierto periodo de años.

6.8.2 RIESGOS DEL PROYECTO AL AMBIENTE

La evaluación de los riesgos del proyecto al ambiente incluye los peligros que amenazan al ambiente, estos peligros se describen a continuación en el Cuadro 6.15.

Cuadro 6.15 Evaluación de riesgos del proyecto al ambiente

RIESGOS	FASES DEL PROYECTO				TOTAL
	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	ARRANQUE	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	CIERRE Y ABANDONO	
Introducción de especies exóticas	Alto (D4)	Alto (D4)	Alto (D4)	Moderado (C4)	Alto
Desbroce incontrolado	Alto (D4)	Moderado (C3)	Moderado (C3)	---	Moderado
Accidentes de vehículos	Moderado (B4)	Moderado (B4)	Moderado (B4)	Moderado (B4)	Moderado
Accidentes en la operación de maquinarias	Moderado (B4)	Moderado (B4)	Moderado (B4)	Moderado (C3)	Moderado
Accidentes en el manejo de trituradoras, molinos y tamizadoras	---	Moderado (B4)	---	---	Moderado
Incendios y explosiones	Moderado (C3)	Moderado (C3)	---	---	Moderado
Derrames	Moderado (C3)	Moderado (C3)	Moderado (C3)	---	Moderado

Elaborado por: Autor

INTRODUCCIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS

Este riesgo se encuentra directamente relacionado con la introducción de material que proviene de las zonas urbanas y rurales principalmente en la etapa de construcción y montaje. Semillas o esporas de especies vegetales exóticas o no nativas que pueden ingresar con los materiales para construcción y depositarse en el suelo donde se realizará el proyecto. La introducción de especies vegetales exóticas presenta un riesgo alto para la vegetación endémica ya que pueden implantarse en estas áreas hasta desplazar a la vegetación nativa.

DESBROCE INCONTROLADO

Este riesgo está sujeto a un mal manejo ambiental, provocado por un desbroce no técnico y a los deslizamientos de suelos inestables en las áreas de altas pendientes lo cual provocaría un desbroce incontrolado generado por la caída de las especies arbóreas, obteniendo como consecuencia una apertura desmedida del área y la pérdida del ecosistema bosque. Siendo un riesgo moderado para la vegetación endémica de la zona.

ACCIDENTES DE VEHÍCULOS

Todos los conductores de este proyecto cumplirán las normas de seguridad básicas y las leyes de tránsito. A pesar de esto, en cualquier vía donde haya circulación de todo tipo de vehículos, el riesgo de un accidente vehicular está considerado como moderado.

ACCIDENTES EN LA OPERACIÓN DE MAQUINARIA

Al momento de operar maquinaria como: excavadoras mecánicas, bulldozers, entre otras máquinas grandes, pueden ocurrir accidentes a los trabajadores por la naturaleza misma del trabajo. A pesar de todos los cuidados y procedimientos de seguridad, las máquinas pueden golpear, atropellar o hasta aplastar a los trabajadores, causando heridas muy serias o muertes. Por lo tanto, este riesgo está considerado como moderado.

ACCIDENTES EN EL MANEJO DE TRITURADORAS, MOLINOS Y TAMIZADORAS

Al manejar o manipular maquinarias como trituradoras, molinos y tamizadoras, pueden ocurrir accidentes a los trabajadores como a los equipos, pues pedazos de material triturado puede caer o salir desprendido de un lugar a otro. A pesar de todos los cuidados y procedimientos de seguridad, estos fragmentos de roca pueden golpear o caer sobre los trabajadores, causando heridas muy serias o muertes. Por lo tanto, este riesgo está considerado como moderado.

INCENDIOS Y EXPLOSIONES

En cualquier momento podrían ocurrir incendios o explosiones, dentro de las instalaciones. Los lugares más susceptibles de incendiarse o explotar son: zonas de almacenamiento de combustibles. A pesar de todos los cuidados y procedimientos de seguridad, ningún lugar está exento de incendios o explosiones. Por lo tanto, este riesgo está considerado como moderado.

DERRAMES

En el área del proyecto pueden ocurrir derrames pequeños de hidrocarburos, combustibles de vehículos, equipos o maquinarias. Estos derrames pueden ocurrir al momento del aprovisionamiento de combustible, durante la operación de vehículos y maquinaria o por causa de accidentes, por lo tanto este riesgo está considerado como moderado.

CAPÍTULO 7

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

7.1 ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Las Islas Galápagos están aisladas geográficamente por lo que las especies han evolucionado en formas únicas en el mundo. Debido al endemismo de las especies de flora como de fauna, son ecosistemas muy sensibles a las actividades ocasionadas por el hombre. Solo a través de un correcto y detallado análisis de los aspectos ambientales significativos se podrá encontrar los impactos que tendrán efectos significativos y aquellos que no, dando acciones viables para minimizarlos, en el Cuadro 7.1 analizaremos los Aspectos Ambientales Significativos (AAS).

Cuadro 7.1 Matriz de Aspectos Significativos

MEDIO AFECTADO		ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS (AAS)	FASES DEL PROYECTO			
			CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	ARRANQUE	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	CIERRE Y ABANDONO
FÍSICO	AGUA	Generación de residuos	X	X		
		Consumo	X	X	X	
		Aguas residuales	X	X		X
	SUELO	Consumo y deterioro de la capa superficial	X	X	X	
		Generación de residuos	X	X	X	
		Remoción de la capa superficial	X	X		
	AIRE	Emisiones de particulado	X	X	X	
Emisiones de ruido		X	X	X		
BIÓTICO	FLORA	Desbroce vegetación	X	X	X	
		Deterioro hábitat	X	X		X
	FAUNA	Emisiones de ruido	X	X	X	
		Deterioro hábitat	X	X		
SOCIO-ECONÓMICO	POBLACION	Inserción Proyecto Minero	X			
		Consumo de Recursos Naturales	X	X		
		Deterioro del Medio	X			X

Elaborado por: Autor

7.2 IMPACTOS AL MEDIO FÍSICO

7.2.1 IMPACTOS AL COMPONENTE AIRE

Las actividades del proyecto que generarán impactos potenciales sobre el componente aire son por el material particulado y el ruido, los mismos que se describen a continuación en el Cuadro 7.2.

Cuadro 7.2 Impactos al Componente Aire

Actividades	AAS	Impacto	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y montaje • Perforación • Remoción de estériles • Extracción y procesamiento del mineral • Cargue • Transporte • Patios de acopio • Disposición de escombros 	Emisiones de particulado.	Aumento del material particulado.	Este impacto se origina principalmente en la construcción de vías, cargue y transporte de los agregados pétreos. También se produce por la operación de maquinaria y equipos de explotación, por la manipulación del material o por la acción del viento sobre las pilas del mineral en los patios de acopio.
	Emisiones de ruido.	Incremento de los niveles de ruido.	Se produce por transporte, operación de maquinaria y equipos utilizados en los trabajos de extracción y procesamiento.

Elaborado por: Autor

7.2.2 IMPACTOS AL COMPONENTE SUELO

Las actividades del proyecto que generarán impactos potenciales sobre el componente suelo son por la pérdida de este, la contaminación y activación de los procesos erosivos, los mismos que se describen a continuación en el Cuadro 7.3.

Cuadro 7.3 Impactos al Componente Suelo

Actividades	AAS	Impacto	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y montaje • Perforación • Remoción de estériles • Extracción y procesamiento del mineral • Disposición de escombros • Cierre y abandono 	Consumo y deterioro de la capa superficial del suelo.	Remoción en masa y pérdida del suelo.	Impactos derivados de la preparación y adecuación de terrenos para el inicio de la construcción, montaje y explotación.
	Generación de residuos, sólidos y líquidos.	Contaminación del suelo.	Este tipo de impacto esta asociado a la disposición de escombros, residuos sólidos y líquidos.
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y montaje • Remoción de estériles • Extracción y procesamiento del mineral 	Remoción de la capa superficial del suelo.	Activación de procesos erosivos.	Se generan por la remoción de cobertura vegetal y capa superficial del suelo en terrenos con relieves pronunciados, el cual una vez expuesto a factores climáticos, pueden desencadenar desprendimientos de material a corto, mediano y largo plazo.

Elaborado por: Autor

7.2.3 IMPACTOS AL COMPONENTE AGUA

Las actividades del proyecto que generan impactos potenciales sobre el componente agua son la afectación de la dinámica de cuerpos agua subterráneos y contaminación, los mismos que se describen a continuación en el Cuadro 7.4.

Cuadro 7.4 Impactos al Componente Agua

Actividades	AAS	Impacto	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> • Perforación • Remoción de estériles • Extracción y procesamiento del Mineral 	Generación de residuos, sólidos y líquidos.	Cambios en la calidad físico químico del agua.	Alteración de la calidad físico química de las aguas subterráneas, incremento de la turbidez por aportes de sólidos suspendidos o disueltos.
	Consumo de agua y aguas residuales.	Afectación de la dinámica de cuerpos de agua subterránea.	La modificación del drenaje natural, variación de los niveles freáticos y vertimientos de aguas residuales domésticas, industriales y mineras.

Elaborado por: Autor

7.3 IMPACTOS AL MEDIO BIÓTICO

7.3.1 IMPACTOS AL COMPONENTE FLORA

Las actividades del proyecto que generan impactos potenciales sobre el componente flora son por la remoción y pérdida de este componente, los mismos que se describen a continuación en el Cuadro 7.5.

Cuadro 7.5 Impactos sobre el Componente Flora

Actividades	AAS	Impacto	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y montaje • Perforación • Remoción de estériles • Extracción y procesamiento del mineral • Disposición de escombros 	Desbroce de la vegetación.	Remoción y pérdida de la cobertura vegetal endémica.	La cobertura vegetal se puede afectar por diversas maneras durante las actividades de construcción, montaje y adecuación de áreas para la explotación. Con la pérdida de especies vegetales se disminuye la biomasa vegetal, se altera el paisaje, se modifica el hábitat para la fauna, se aceleran o se inducen procesos erosivos.
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y montaje 	Deterioro del hábitat.	Ingreso de flora introducida.	Son especies bastante agresivas que compiten con la flora endémica, como la <i>lantana camara</i> (tupirosa), <i>bryophyllum pinnatum</i> (hoja de aire).

Elaborado por: Autor

7.3.2 IMPACTOS AL COMPONENTE FAUNA

Las actividades del proyecto que generan impactos potenciales sobre el componente fauna son la afectación a las comunidades faunísticas y el ingreso de fauna exótica, los mismos que se describen a continuación en el Cuadro 7.6.

Cuadro 7.6 Impactos sobre el Componente Fauna

Actividades	AAS	Impacto	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y montaje • Perforación y • Remoción de estériles • Extracción y procesamiento del mineral • Disposición de escombros 	Emisión de ruidos y desbroce de vegetación.	Afectación de comunidades faunísticas.	Dispersión o fuga de algunas especies debido al incremento del ruido por las actividades de explotación. Alteración y disminución de hábitats para la fauna por pérdida de cobertura vegetal. Aumento de accidentalidad de avifauna debido al incremento del tráfico vehicular.
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y montaje • Perforación • Remoción de estériles • Extracción y procesamiento del mineral • Disposición de escombros 	Deterioro del hábitat.	Ingreso de fauna introducida.	Son especies bastante agresivas que compiten con la fauna endémica, como la rata negra (<i>rattus rattus</i>), rata noruega (<i>rattus norvericus</i>) y los gatos (<i>Felis domesticus</i>).

Elaborado por: Autor

7.4 IMPACTOS AL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Las actividades del proyecto que generan impactos potenciales sobre el componente socioeconómico se describen a continuación en el Cuadro 7.7.

Cuadro 7.7 Impactos sobre el Componente Socioeconómico

Actividades	AAS	Impacto	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y montaje • Perforación • Extracción y procesamiento del mineral • Transporte • Cierre y abandono • Patios de acopio • Disposición de escombros 	Inserción del proyecto minero.	Generación de expectativas en la población.	La inserción de un proyecto de este tipo en la isla genera expectativas como curiosidad, interés, temor o rechazo en los pobladores del área de influencia del proyecto, la contratación de personal y los posibles impactos tanto negativos como benéficos que pueda causar.

<ul style="list-style-type: none"> • Transporte y distribución 	Circulación y aumento de la maquinaria pesada.	Afectación a la infraestructura pública.	La circulación de maquinaria pesada incrementaría el tránsito vehicular, deterioraría el estado de las carreteras y aumentaría el riesgo de accidentes.
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y montaje • Perforación • Remoción de estériles • Extracción y procesamiento del mineral • Patios de acopio • Disposición de escombros 	Deterioro del Medio.	Modificación del paisaje.	Es una alteración en la armonía y la dinámica del paisaje natural, ocasionado por los cortes en la mina, la infraestructura del proyecto y su pos operación.
<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y montaje • Perforación • Remoción de estériles • Extracción y procesamiento del mineral • Patios de acopio • Disposición de escombros 	Consumo de Recursos Naturales.	Cambios en el uso del suelo.	El espacio donde se podrían asentar la o las posibles minas son áreas del PNG, exclusivas para el Espacio Natural, por lo tanto existe cambio en el uso del suelo.

Elaborado por: Autor

7.5 EVALUACIÓN DE IMPACTOS

7.5.1 MAGNITUD (M)

Para determinar la magnitud de cada actividad del proyecto, inicialmente se realiza el análisis para cada uno de los atributos cualitativos de cada una de las actividades, para posteriormente darle una valoración cuantitativa como se muestra en el Cuadro 7.8.

Cuadro 7.8 Análisis y valoración de los atributos de la Magnitud

Atributo cualitativo	Caracterización del atributo	Valoración Cualitativa	Valoración Cuantitativa
Carácter	Hace referencia al carácter beneficioso (positivo) o perjudicial (negativo) de las diferentes actividades sobre los factores considerados.	Positivo	+ 1
		Negativo	- 1
Duración	Plazo de manifestación del impacto. Hace referencia al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto.	Temporal	1
		Permanente	2
Capacidad de Recuperación	Tiempo de permanencia del efecto desde su aparición hasta que el factor afectado retorna a las condiciones iniciales, gracias a efectos naturales o acciones correctivas.	A corto plazo	1
		A largo plazo	2
Probabilidad de ocurrencia	Establece la potencialidad de que se presente un efecto tras la acción.	Poco probable	0.1
		Probable	0.5
		Cierto	1
Intensidad	Define el grado de incidencia de la acción sobre el factor.	Baja	1
		Media	2
		Alta	3
Extensión	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.	Puntual	1
		Local	2
		Regional	3

Fuente: ENTRIX, 2005

Los valores de magnitud (M) se determinaron de acuerdo a la siguiente expresión:

$$M = \text{Carácter} * \text{Probabilidad} * (\text{Duración} + \text{Recuperación} + \text{Intensidad} + \text{Extensión})$$

De acuerdo con estos criterios y a la metodología de evaluación, los impactos positivos más altos tendrán un valor de 10 cuando se trate un impacto permanente, alto, local reversible a largo plazo, caso contrario -10 cuando se trate de un impacto de similares características pero de carácter perjudicial o negativo.

7.5.2 IMPORTANCIA (I)

En función de la caracterización del área de estudio se seleccionaron los factores ambientales que serán o podrán ser afectados por las actividades del proyecto. Estos fueron valorados en función de la importancia que tiene cada uno en el ecosistema, el valor de la importancia fue determinada mediante criterios técnicos del equipo que participo en la caracterización del área (Método Delphi).

Los valores de la importancia de los factores socio-ambientales se presentan en un rango de 1 a 10 para lo cual se han calificado las características de los impactos de acuerdo con la siguiente tabla, siendo 1 de menor importancia y 10 de mayor importancia, en el Cuadro 7.9 se valora la importancia de los factores socio-ambientales.

Cuadro 7.9 Valoración de la Importancia

FACTORES SOCIO-AMBIENTALES			VALORACIÓN
FÍSICO	AIRE	Emisión de material particulado	6.0
		Generación de ruidos	5.0
	SUELO	Remoción en masa y pérdida del suelo	8.0
		Contaminación del suelo	7.0
		Movimiento del macizo rocoso	5.0
		Activación de procesos erosivos	8.0
	AGUA	Cambios en la calidad físico químico del agua	6.0
		Afectación de la dinámica de cuerpos de agua subterránea	7.0
BIÓTICO	FLORA	Remoción y pérdida de la cobertura vegetal endémica.	9.0
		Ingreso de flora introducida agresiva	6.0
	FAUNA	Afectación de comunidades faunísticas	6.0
		Ingreso de fauna introducida	6.0
SOCIOECONOMICO	SOCIAL	Generación de expectativas	4.0
		Afectación a la infraestructura pública	3.0
		Modificación del paisaje	8.0
		Cambios en el uso del suelo	6.0

Elaborado por: Equipo de trabajo (técnicos PNG, autor)

7.5.3 AFECTACIÓN (A)

El valor total de la afectación se dará en un rango de 1 a 100 o de -1 a -100 que resulta de multiplicar el valor de la importancia del factor por el valor de magnitud del impacto, permitiendo de esta forma una jerarquización de los impactos en valores porcentuales. Los valores de la afectación (A), se determinó según la siguiente expresión:

$$\text{Afectación (A)} = \text{Importancia (I)} * \text{Magnitud (M)}$$

En el cuadro 7.10 se indica los rangos y significancia de la valoración de la afectación.

Cuadro 7.10 Valoración de la Afectación

RANGO	SIMBOLO	SIGNIFICANCIA
75 – 100	+ MS	Muy Significativo
50 – 74	+ S	Significativo
25 – 49	+ MNS	Medianamente Significativo
0 – 24	+ PS	Poco Significativo
0 – (-24)	- PS	Poco Significativo
(-25) – (-49)	- MNS	Medianamente Significativo
(-50) – (-74)	- S	Significativo
(-75) – (-100)	- MS	Muy Significativo

Elaborado por: Equipo de trabajo (técnicos PNG, autor)

7.5.4 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Cuadro 7.11 Matriz de Identificación de Impactos

		ACTIVIDADES, OBRAS Y TRABAJOS DE EXPLOTACIÓN														
		CONSTRUCCION Y MONTAJE					ARRANQUE				TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES				CIERRE Y ABANDONO	
		CONSTRUCCION Y ADECUACION DE VIAS	CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES	CONSTRUCCION DE PANTONOS DE ACOPIO	CONSTRUCCION DE LINEAS DE TRANSMISION	CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS BASICOS REFORCACION	REMOCCION DE ESTERILES	EXTRACCION Y PROCESAMIENTO DEL MATERIAL CARGUE	TRANSPORTE	PANTONOS DE ACOPIO	DISPOSICION DE ESCOMBROS	FRONTES MINEROS	INFRAESTRUCTURAS			
FISICO	AIRE	Emisión de material particulado	x	X	X			X	X	X	X	X	X			
		Generación de ruidos	X	X	X			X	X	X	X	X				
	SUELO	Remoción en masa y pérdida del suelo	X	X	X	X	X	X	X	X						
		Contaminación del suelo						X	X	X	X	X		X		
		Movimiento del macizo rocoso						X	X	X						
	AGUA	Activación de procesos erosivos	X	X	X	X	X	X	X	X						
		Cambios en la calidad físico químico del agua						X	X	X				X		
		Afectación de la dinámica de cuerpos de agua subterránea					X	X	X				X			
BIOTICO	FLORA	Remoción y pérdida de la cobertura vegetal endémica.	X	X	X	X	X	X	X	X						
		Ingreso de flora introducida agresiva	X	X	X	X	X	X	X	X		X				
	FAUNA	Afectación de comunidades faunísticas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
		Ingreso de fauna introducida	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
SOCIOECONOMICO	SOCIAL	Generación de expectativas	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	
		Afectación a la infraestructura pública										X		X		
		Modificación del paisaje	X	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X
		Cambios en el uso del suelo	X	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X

Elaborado por: Autor

7.5.6 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Cuadro 7.13 Matriz de Evaluación de Impactos

		ACTIVIDADES, OBRAS Y TRABAJOS DE EXPLOTACIÓN																
		CONSTRUCCION Y MONTAJE					ARRANQUE			TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES				CIERRE Y ABANDONO				
		CONSTRUCCION Y ADECUACION DE VIAS	CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES	CONSTRUCCION DE PATIOS DE ACOPIO	CONSTRUCCION DE LINEAS DE TRANSMISION	CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS BASICOS	PERFORACION	REMOCION DE ESTERILES	EXTRACCION Y PROCESAMIENTO DEL MATERIAL	CARGUE	TRANSPORTE	PATIOS DE ACOPIO	DISPOSICION DE ESCOMBROS	FRENTES MINEROS	INFRAESTRUCTURAS			
FISICO	AIRE	Emisión de material particulado	MNS-	PS-	PS-				S-	S-	S-	PS-	PS-	PS-				
		Generación de ruidos	PS-	PS-	PS-				MNS-	MNS-	MNS-	PS-	PS-					
	SUELO		Remoción en masa y pérdida del suelo	S-	S-	S-	S-	S-	S-	S-	S-							
			Contaminación del suelo							MNS-	MNS-	MNS-	PS-	PS-		PS-		
			Movimiento del macizo rocoso							MNS-	MNS-	MNS-						
			Activación de procesos erosivos	S-	MNS-	MNS-	PS-	PS-	S-	S-	S-							
	AGUA		Cambios en la calidad físico químico del agua							MNS-	MNS-	MNS-				MNS-		
			Afectación de la dinámica de cuerpos de agua subterránea							MNS-	MNS-	MNS-				MNS-		
	BIOTICO	FLORA		Remoción y pérdida de la cobertura vegetal endémica.	S-	S-	S-	MNS-	MNS-	MS-	MS-	MS-						
				Ingreso de flora introducida agresiva	MNS-	PS-	PS-	PS-	PS-	PS-	PS-	PS-		PS-				
FAUNA			Afectación de comunidades faunísticas	MNS-	PS-	PS-	PS-	PS-	S-	S-	S-	PS-	PS-	PS-	MNS-			
			Ingreso de fauna introducida	MNS-	PS-	PS-	PS-	PS-	MNS-	MNS-	MNS-	PS-	PS-	PS-	MNS-			
SOCIOECONOMICO	SOCIAL		Generación de expectativas	PS+	PS-	PS-	PS+	PS-	PS-	PS-	PS+	PS-	PS-		PS-	PS-		
			Afectación a la infraestructura pública											PS-		PS-		
			Modificación del paisaje	S-	MNS-	MNS-				S-	S-	S-			MNS-	MNS-	S-	S-
			Cambios en el uso del suelo	PS-	MNS-	MNS-				MNS-	MNS-	MNS-			MNS-	MNS-	MNS-	MNS-

Elaborado por: Autor

7.6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA MATRIZ DE IMPACTOS

Después del análisis de valoración, suponiendo que todos los impactos presenten características adversas el valor máximo de afectación negativa al ambiente por las actividades del proyecto sería -12600 unidades (-100 unidades x 126 interacciones), pero en nuestro caso el valor resultante de la sumatoria de los factores es **-4363,1 unidades**, por lo tanto presentan un impacto porcentual negativo de **-34.63%** (-4363,1 unidades /126 interacciones) del total de factores analizados. El **97.62%** presentan impactos de carácter negativo y solamente un **2,38%** reflejan impactos positivos.

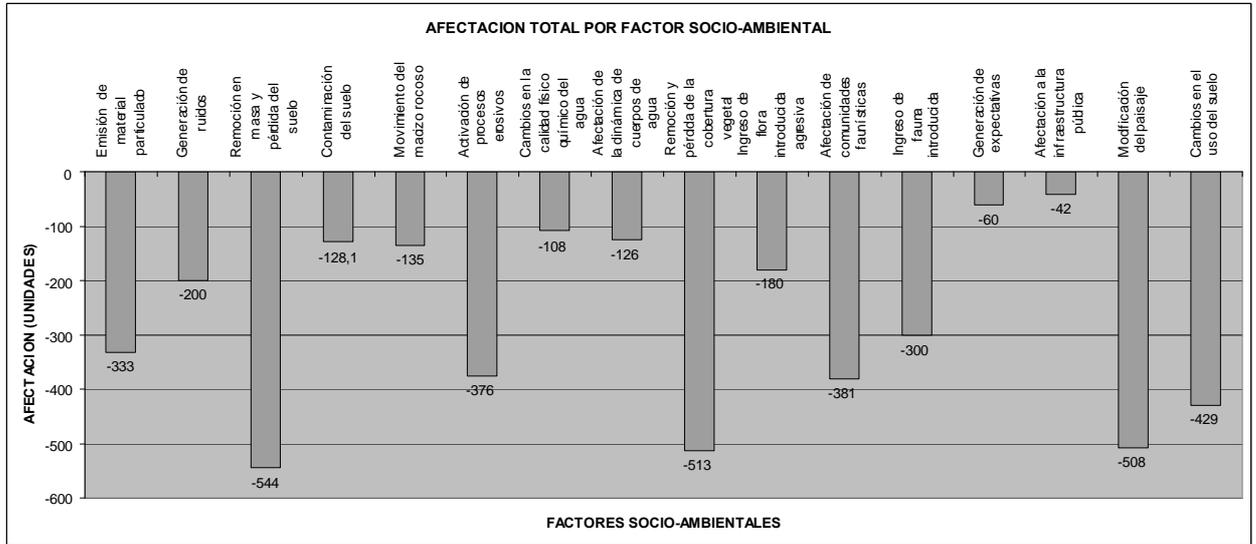
Los factores socio-ambientales que mostrarán una mayor afectación negativa por el proyecto son: remoción en masa y pérdida del suelo, remoción y pérdida de la cobertura vegetal, modificación del paisaje, cambios en el uso del suelo, los mismos que se muestran en el Cuadro 7.14; mientras que en el Gráfico 7.1 se muestra los factores socio-ambientales con su respectiva afectación en unidades.

Cuadro 7.14 Factores socio-ambientales con mayor afectación

Factor	Num. De Unidades	Interacciones
Remoción en masa y pérdida del suelo	-544	8
Remoción y pérdida de la cobertura vegetal endémica	-513	8
Modificación del paisaje	-508	10
Cambios en el uso del suelo	-429	10
Afectación de comunidades faunísticas	-381	12
Activación de procesos erosivos	-376	8
Emisión de material particulado	-333	10

Realizado por: Autor

Gráfico 7.1 Factores Socio-Ambientales



Elaborado por: Autor

Las actividades del proyecto que ocasionarán una mayor afectación negativa al ambiente son: remoción de estériles, perforación, extracción y procesamiento del material, construcción de vías, los mismos que se muestran en el Cuadro 7.15; mientras que en el Gráfico 7.2 se muestra las actividades del proyecto con su respectiva afectación en unidades.

Cuadro 7.15 Actividades del proyecto con mayor afectación

Factor	Num. de Unidades	Interacciones
Remoción de Estériles	-682	15
Perforación	-682	15
Extracción y Procesamiento del Material	-658	15
Construcción y Adecuación de Vías	-470	11
Construcción de Patios de Acopio	-347	11
Construcción de Edificaciones	-344	11
Disposición de Escombros	-292	9

Elaborado por: Autor

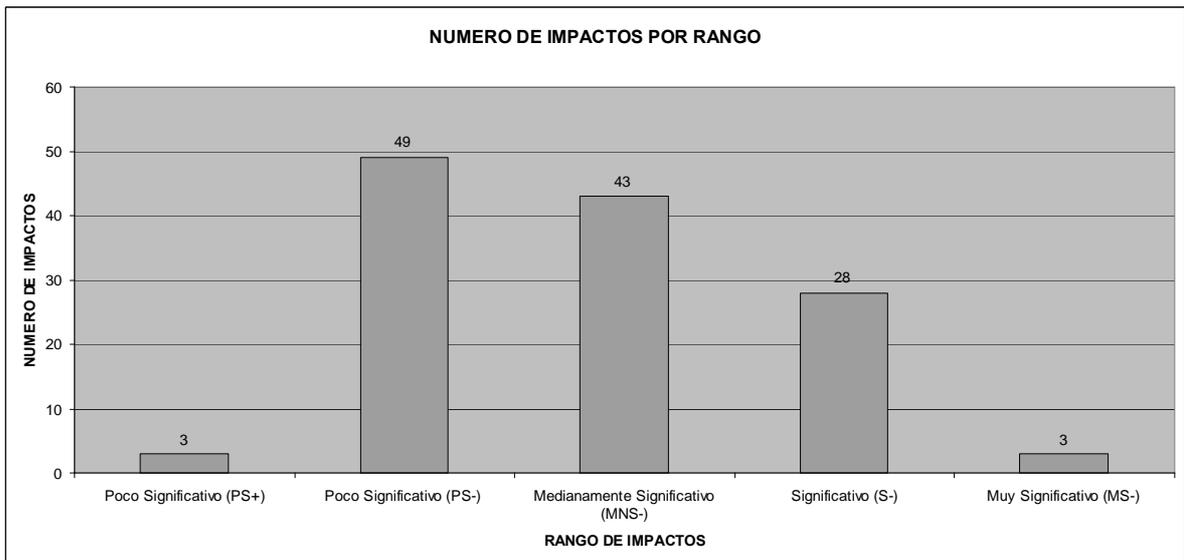
Gráfico 7.2 Actividades del Proyecto



Elaborado por: Autor

En el proyecto en forma general, va a generar 3 impactos de carácter benéfico poco significativos (PS+), mientras que los impactos de naturaleza detrimento o negativo son en total 123, de los cuales: 3 serán muy significativos (MS-), 28 significativos (S-), 43 medianamente significativos (MNS-), 49 poco significativos (PS-), como se observa en el Gráfico 7.3.

Gráfico 7.3 Número de Impactos por Rango



Elaborado por: Autor

CAPÍTULO 8

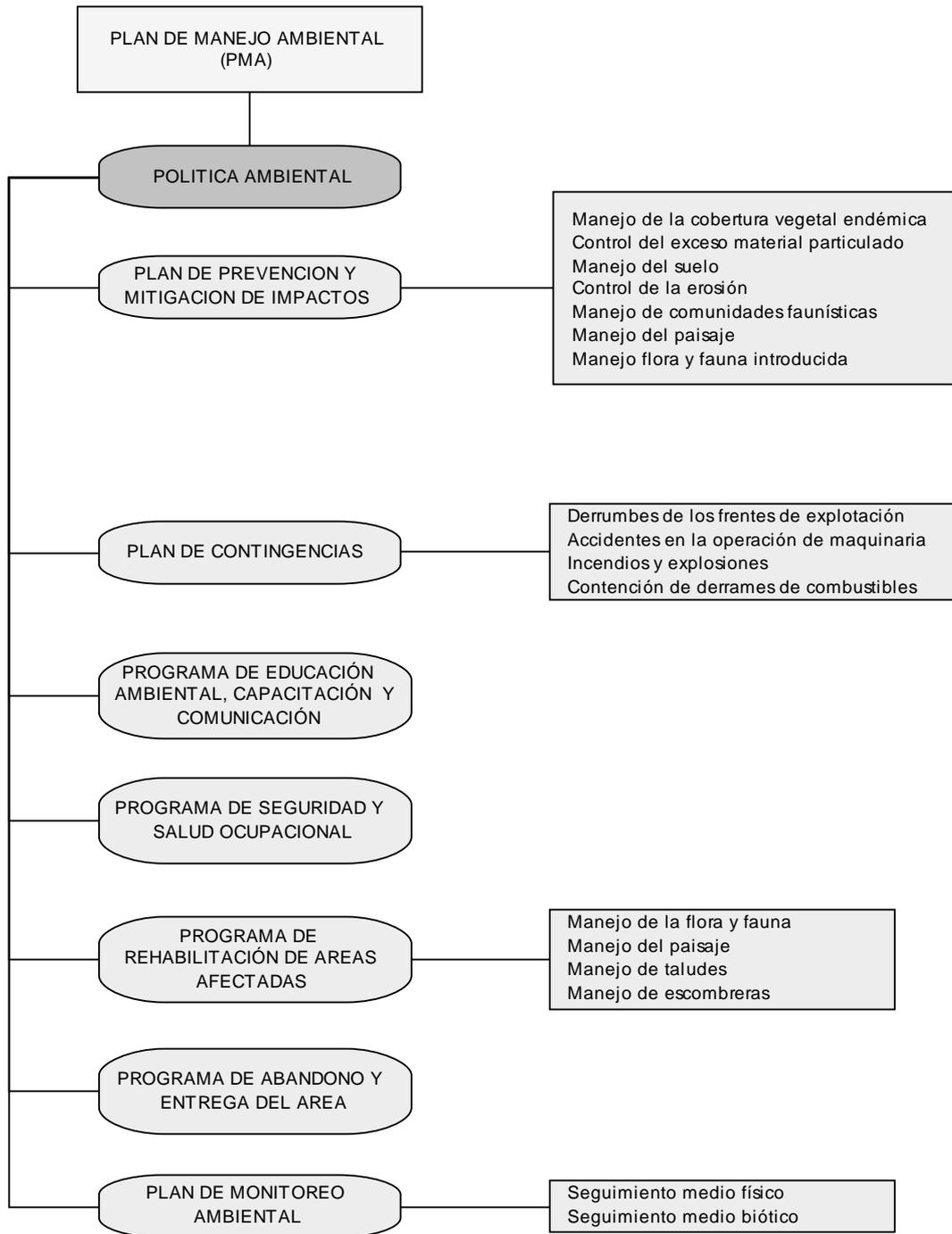
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

8.1 INTRODUCCIÓN

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) se encuentra integrado de varios programas, que permitan planificar las medidas de mitigación para disminuir, prevenir, eliminar o rehabilitar los efectos de los impactos ambientales, el control de la ejecución de tales medidas, el monitoreo de las acciones realizadas para controlar su eficacia y el control de problemas ambientales que puedan presentarse durante la rehabilitación de los sectores críticos.

La propuesta del PMA en forma general es representada en el Gráfico 8.1, el cual suma programas específicos para cada uno de los potenciales impactos que puedan ocurrir en el área de concesión minera, esta propuesta será utilizada como referencia por el concesionario minero y por los representantes del control ambiental en este caso el PNG, tomando en consideración las características propias de cada una de las áreas de explotación.

Gráfico 8.1 Estructura del Plan de Manejo Ambiental



Elaborado por: Autor

8.2 POLÍTICA AMBIENTAL (PA)

La política ambiental impulsa la implementación y la mejora continua del sistema de administración ambiental de una organización, de forma que pueda mantener su desempeño ambiental, por lo tanto el concesionario minero que realice la explotación deberá cumplir y hacer cumplir a su personal, leyes, normas, reglamentos, guías y demás regulaciones ambientales, aplicables para prevenir la contaminación en los ecosistemas involucrados en las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

El concesionario minero deberá tomar como referencia e implementar la siguiente Política Ambiental: ***“Compromiso del concesionario minero por la conservación prioritaria del ambiente, la seguridad del personal, la calidad de los procesos en la actividad minera para el beneficio de la comunidad, mediante el cumplimiento de la normativa legal ambiental y minera vigente ”.***

Para cumplir con lo antes mencionado él concesionario minero deberá asegurarse que cada empleado sea responsable de ejecutar su trabajo de conformidad con prácticas y procedimientos acordados, promover e implementar la protección de ambientes que podrían estar afectados por el desarrollo de las actividades mineras y buscar oportunidades de mejoramiento continuo y eficiencia en el uso de recursos naturales y energéticos, así como forjar y afianzar relaciones de participación y colaboración con instituciones Gubernamentales y Organizaciones no Gubernamentales.

8.3 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

La Prevención y Mitigación de Impactos, corresponde a las acciones tendientes a minimizar los impactos sobre el ambiente en las diferentes fases de la actividad minera. En el caso de la explotación de recursos pétreos estas acciones tienen que ver con los elementos que se indican a continuación en los cuales se desarrollan los objetivos y metas, con los que contará el concesionario minero para dictar medidas específicas según las características de la mina.

8.3.1 MANEJO DE LA COBERTURA VEGETAL ENDÉMICA

OBJETIVO:

Implementar medidas para disminuir la pérdida de la cobertura vegetal endémica por el desarrollo de las actividades mineras.

META:

Procedimientos que ayuden a la conservación de la vegetación endémica en el área del proyecto.

MEDIDAS:

- Antes de que inicien las actividades mineras de explotación se procederá al rescate de especies de plántulas y semillas como: *Bursera graveolens*, *Piscidia carthagenensis*, *Zanthoxylum fagara*, *Psidium galapageium*, *Jasminocererus thouarsii*.
- En sitios como los frentes de explotación donde las actividades extractivas hayan terminado, se recomienda la reforestación primero con plántulas del estrato herbáceo, para posteriormente realizar la reforestación con especies del sotobosque.

8.3.2 CONTROL DEL EXCESO DEL MATERIAL PARTICULADO

OBJETIVO:

Determinar y disminuir el exceso del material particulado en el área del proyecto.

METAS:

- Procedimientos que minimicen el exceso del material particulado en las actividades mineras.
- Control mensual del material particulado producido, según las normas de la calidad del aire del TULSMA (Libro VI, Anexo 4).

MEDIDAS:

- Tomar muestras del material en sitios que generen excesivo material particulado para determinar la concentración de partículas sedimentables e identificar el material particulado PM10 y PM2,5.

- Con los datos obtenidos en el control, se adquirirán mascarillas y gafas de protección que cumplan ciertas especificaciones técnicas, para la protección del personal que laborará en la mina.
- Planear la ubicación de los patios de acopio y áreas de infraestructura en sitios estratégicos que estén fuera del área de influencia de las fuentes de emisión de polvo, utilizando como criterio básico la dirección de los vientos.

8.3.3 MANEJO DEL SUELO PRODUCTO DE LA PREPARACIÓN DE LA CANTERA

OBJETIVO:

Implementar medidas para el manejo y disposición del suelo removido por acción de la preparación de la cantera.

METAS:

- Procedimientos que minimicen la pérdida de las características iniciales del suelo removido.
- Control anual del suelo según las normas de calidad del suelo TULSMA (Libro VI, Anexo 2).

MEDIDAS:

- Se definirán con anticipación los sitios para su apilamiento, se deben establecer pilas con formas apropiadas y ajustadas al espacio disponible, tomando en cuenta no acumular demasiado suelo en un mismo sitio.
- En las pilas se recomienda aireación periódica por volcamiento, para favorecer el intercambio gaseoso y conservar la microfauna.
- Los suelos apilados deberán ser examinados de manera anual, para determinar sus características químicas y biológicas con el fin de realizar las correcciones necesarias para adaptarlo a su hábitat inicial.

8.3.4 CONTROL DE LA EROSIÓN

OBJETIVO:

Desarrollar medidas para la contención de los procesos erosivos en el área del proyecto.

METAS:

- Construcción de obras que contengan la erosión.
- Control de la erosión según normas del Reglamento Ambiental de Actividades Mineras.

MEDIDAS:

- Construir obras de contención como bermas, terraceos y drenajes tomando en cuenta las condiciones físicas de la mina, complementando con la revegetación en los taludes.
- Para el control de la erosión en sitios de la mina donde el material sea disgregado será diario, mientras que en sitios en la mina donde el material no sea disgregado el control será mensual.

8.3.5 MANEJO DE COMUNIDADES FAUNÍSTICAS

OBJETIVO:

Implementar medidas para disminuir la afectación a las comunidades faunísticas por el desarrollo de las actividades mineras.

META:

Procedimientos que ayuden a la conservación de la fauna endémica en el área del proyecto.

MEDIDAS:

- Realizar un inventario de especies de fauna presentes en el área del proyecto, para analizar las condiciones biológicas y la población de las especies.
- Antes de que inicien las actividades mineras de explotación se procederá al rescate de individuos de herpetofauna como lagartijas (*Microlophus bivittatus*).
- Para el tránsito de vehículos se implementará métodos de control de velocidad como: señalización indicando la velocidad máxima y reductores de velocidad, para disminuir la mortalidad de avifauna.

8.3.6 MANEJO DEL PAISAJE

OBJETIVO:

Disponer de medidas para el manejo del paisaje en el área del proyecto.

META:

- Procedimientos que atenúen la modificación del paisaje en el área del proyecto.

MEDIDAS:

- Establecer alrededor del área concesionada pantallas visuales, que pueden ser de materiales estériles, vegetación o mixtas.
- Localizar las instalaciones y las escombreras tratando que armonicen con el paisaje, de tal forma que el observador no tenga un impacto visual, también se puede tratar de ocultar estos elementos usando las geoformas existentes (laderas) en el área.

8.3.7 MANEJO DE FLORA Y FAUNA INTRODUCIDA

OBJETIVO:

Mantener las áreas del proyecto libres de flora y fauna introducida.

META:

Control de especies introducidas de forma trimestral para flora y semestral para fauna mediante las normas del Reglamento de control total de especies introducidas de la provincia de Galápagos, TULSMA (Libro VII).

MEDIDAS:

- Coordinar entre el concesionario minero y el PNG la cooperación para realizar campañas de eliminación trimestral de flora introducida, mediante desbroce y fumigación de productos químicos (herbicidas).
- Coordinar entre el concesionario minero y el PNG la cooperación para realizar campañas de erradicación cada seis meses, mediante trampeo y estudios de campo para el control biológico.

8.4 PLAN DE CONTINGENCIAS (PDC)

8.4.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del Plan de Contingencias (PDC) es proporcionar los elementos necesarios para la toma de decisiones en caso de ocurrir una emergencia, con el fin de minimizar los impactos adversos que pueden presentarse en el área de influencia.

El PDC debe posibilitar la participación activa y la cooperación consensuada de las autoridades y la comunidad, según la magnitud de la contingencia. Se debe tener en cuenta que la primera estrategia en un PDC es la de prevenir los posibles riesgos que se puedan presentar, con el fin de minimizar su probabilidad de ocurrencia o eliminarla.

8.4.2 OBJETIVOS Y ALCANCE

OBJETIVOS

- Establecer un sistema de respuesta efectiva y oportuna, para controlar incidentes en situación emergente, que ocurran en los procesos constructivos y operativos.
- Evitar en la medida de lo posible la contaminación del ambiente por efecto de la ocurrencia de una situación emergente.

ALCANCE

Este plan de contingencias tiene un carácter integral; es decir que geográficamente abarca todas sus operaciones dentro y fuera en el área concesionada (área de influencia directa, indirecta), por lo tanto involucra áreas del Espacio Natural y el Espacio Humano de la isla.

8.4.3 PROCEDIMIENTO DE RESPUESTA ANTE LAS EMERGENCIAS

TESTIGO DEL EVENTO

Es la persona quien presencia el incidente y dependiendo de las condiciones tomará las siguientes acciones inmediatas:

- Evaluar y determinar la posibilidad de combatir la situación emergente, empleando todos los recursos a su alcance.
- Proporcionar la siguiente información a los organismos de socorro:
 - Tipo de situación emergente (derrumbes, accidentes con maquinarias, incendio, etc.).
 - Presencia de heridos y posibilidad de acceso para la evacuación.
 - Evaluación de la seguridad del área.

COMUNICACIONES

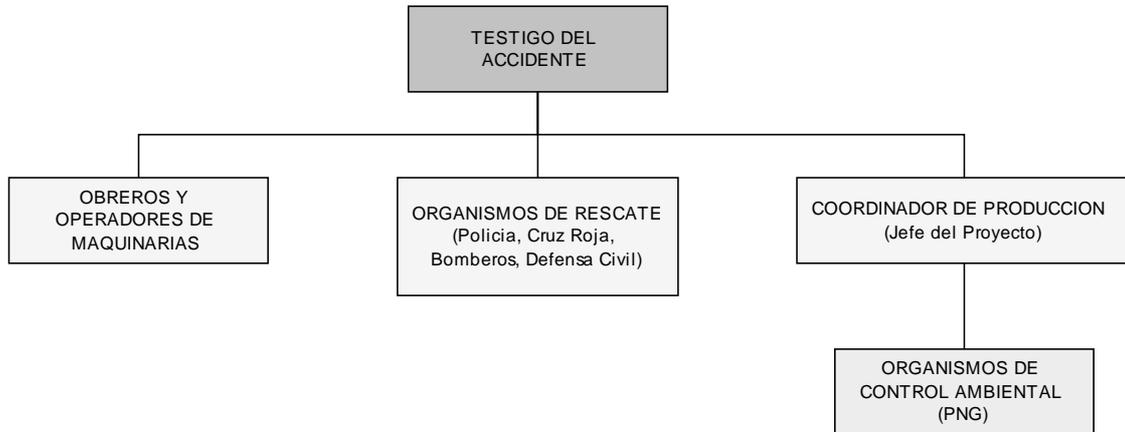
Utilizar cualquiera de los medios de comunicación disponibles en el momento de la situación emergente, como radios de comunicación vhf, telefonía celular, tratando de no congestionar estos medios y verificando cada mañana que estos equipos estén debidamente cargados. Mantener actualizado el directorio telefónico en las instalaciones del campamento con los números de los organismos de socorro y rescate.

PROCEDIMIENTO Y ORGANIGRAMA DE NOTIFICACIÓN

El procedimiento general para cualquier situación emergente se establece en las disposiciones a continuación detalladas:

- Notificará de la emergencia a sus compañeros.
- El testigo del incidente, notificará inmediatamente por cualquier medio de comunicación disponible a los organismos socorro y rescate: Defensa Civil, Policía, Bomberos, Cruz Roja, Policía, proporcionando el tipo de información emergente.
- En caso de que los medios de comunicación no estén disponibles en ese instante, el testigo del incidente deberá acercarse a las instalaciones del campamento para de allí tratar de comunicarse mediante radio vhf.
- Notificará de la emergencia al coordinador de la producción (jefe del proyecto) y este notificará a los organismos de control ambiental (PNG).

En el Gráfico 8.2 se presenta el organigrama general del procedimiento de notificación y respuesta.

Gráfico 8.2 Organigrama general del procedimiento de notificación y respuesta

Elaborado por: Autor

8.4.4 SIMULACROS

El propósito de los simulacros es entrenar al personal que laborará en las actividades mineras, en la capacidad de respuesta y control de la situación emergente, para realizar los simulacros se tomaran en cuenta los siguientes aspectos:

- Determinación del área del simulacro y el personal que va intervenir.
- Planificación del día, hora y duración del simulacro.
- Desarrollo de un instructivo y cronograma del simulacro.

El desarrollo frecuente de los simulacros disminuye las condiciones inseguras que puede desencadenar una emergencia, por lo tanto todo el personal debe estar informado del simulacro que se llevará a cabo, y al final se elaborará informes con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

8.4.5 POSIBLES SITUACIONES EMERGENTES EN EL ÁREA

DERRUMBES EN LOS FRENTE DE EXPLOTACIÓN

- En caso de ocurrir un derrumbe en los frentes de explotación que involucre personal, lo primero es proceder a rescatarlas, por lo que se empleará en lo posible el recurso humano, equipos y herramientas de la instalación minera para tratar de desenterrar a las víctimas.
- El testigo del evento debe ir de inmediato a las instalaciones del campamento para pedir ayuda por cualquier medio de comunicación a los Bomberos, Cruz Roja o Defensa Civil proporcionando el tipo de información emergente, los cuales actuarán bajo sus propios procedimientos.
- Las víctimas deben ser transportadas en cualquier medio disponible al Hospital Regional Oskar Jandl.
- El testigo del evento tratará de comunicarse por cualquier medio de comunicación al Hospital Regional Oskar Jandl, para coordinar la disponibilidad de equipo médico, si es necesario.
- Seguir el procedimiento en una situación de emergencia descrita anteriormente.

ACCIDENTES EN LA OPERACIÓN DE MAQUINARIA

- Es necesario seguir muy atentamente la inducción sobre seguridad, tanto para los operadores de maquinaria (excavadoras mecánicas, bulldozers, vehículos transportadores del material pétreo, molinos, trituradoras, bandas transportadoras) como para el resto del personal. Es muy importante que todos los trabajadores estén al tanto de normas para circular cerca de maquinaria pesada.
- En caso de ocurrir un accidente que involucre a maquinaria lo primero es brindar los primeros auxilios a las víctimas.
- El testigo del evento debe ir de inmediato a las instalaciones del campamento para pedir ayuda por cualquier medio de comunicación a la Cruz Roja proporcionando el tipo de información emergente, los cuales actuarán bajo sus propios procedimientos.
- Las víctimas deben ser transportadas en cualquier medio disponible al Hospital Regional Oskar Jandl.

- El testigo del evento tratará de comunicarse por cualquier medio de comunicación al Hospital Regional Oskar Jandl para coordinar la disponibilidad de equipo médico, si es necesario.
- Seguir el procedimiento en una situación de emergencia descrita anteriormente.

INCENDIOS Y EXPLOSIONES

- En caso de que haya un incendio o una explosión, no acercarse al sitio porque pueden haber explosiones posteriores, incluso si han habido personas dentro o cerca del mismo.
- El testigo del evento debe ir de inmediato a las instalaciones del campamento para pedir ayuda por cualquier medio de comunicación a los Bomberos y Cruz Roja proporcionando el tipo de información emergente, los cuales actuarán bajo sus propios procedimientos.
- Cuando se haya asegurado que no habrán explosiones posteriores, los Bomberos procederán al rescate de las personas. Equipos y maquinaria deben ser rescatados cuando se haya apagado completamente el fuego, y se haya asegurado el lugar.
- Si hay heridos, las víctimas necesitan atención médica inmediata y deben ser trasladadas por cualquier medio disponible al Hospital Regional Oskar Jandl.
- El testigo del evento tratará de comunicarse por cualquier medio de comunicación al Hospital Regional Oskar Jandl para coordinar la disponibilidad de equipo médico, si es necesario.
- Los artículos inflamables como combustibles, deben ser reubicados en lugares alejados del campamento.
- Seguir el procedimiento en una situación de emergencia descrita anteriormente.

CONTENCIÓN Y MÉTODOS DE LIMPIEZA DE DERRAMES

En el caso de los derrames pequeños de combustible que pudiesen ocurrir en el área del proyecto sobre todo en la fase de construcción o durante la fase operativa, las especificaciones mínimas de respuesta para enfrentarlos se encuentran detalladas a continuación.

La mayoría de los derrames pequeños pueden ser limpiados utilizando materiales absorbentes, los cuales deberán ser dispuestos en las instalaciones adyacentes al

campamento, en cantidad suficiente para contrarrestar o mitigar este impacto, estos absorbentes pueden ser:

- Polvo absorbente (arena, producto comercial idóneo).
- Paños absorbentes.

El área alrededor de un derrame pequeño puede aislarse con un dique de tierra o varios materiales absorbentes.

Todos los materiales utilizados para la limpieza de derrames pequeños deben ser desechados de forma apropiada y seguir el procedimiento en una situación de emergencia descrita anteriormente.

NOTA: El Plan de Contingencias debe ser consensuado y comprometer la participación de los organismos de rescate anteriormente citados, además todos estos procedimientos generales del PDC pueden cambiar debido a las necesidades y recursos disponibles en el momento de la situación emergente.

8.5 PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL, CAPACITACIÓN Y COMUNICACIÓN

La aplicación del programa de educación ambiental se realizará durante la vida útil del proyecto de explotación minera, esto es: durante las actividades extractivas, el cierre y abandono de las actividades mineras. La participación del personal vinculado al proyecto dentro de los programas de educación ambiental, tiene varios objetivos, entre los cuales está la promoción del respeto por los recursos naturales renovables y no renovables del proyecto minero, además podemos mencionar los siguientes:

- Exposición y esclarecimiento de las políticas ambientales a todos los empleados relacionados directa o indirectamente con el proyecto.
- Conocimiento de la normatividad legal regional y nacional sobre la protección ambiental, como de las entidades encargadas de su regulación.
- Importancia de los recursos naturales renovables sobre el paisaje regional y sus funciones ecológicas de beneficio humano directo e indirecto.
- Respeto por la comunidad, autoridades ambientales y territoriales.
- Discusión de las alternativas ambientales de producción minera más limpia.
- Importancia de una buena gestión y desempeño minero.
- Importancia del cumplimiento ambiental.

Se deben diseñar cursos de educación ambiental y de capacitación para todo el personal que se relacione con el proyecto minero, se deben ajustar a la realidad del proyecto tomando en cuenta aspectos logísticos y de funcionamiento para la capacitación.

Se deben seleccionar sitios adecuados para presentar los talleres, charlas técnicas u otro material de capacitación ambiental. Se pueden establecer algunos incentivos académicos al personal, para que con sus ideas se mejore los controles ambientales de emisiones, vertimientos y manejo de residuos sólidos.

8.6 PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

El concesionario minero reconocerá que es su responsabilidad la seguridad industrial y la salud laboral del personal que laborará en sus instalaciones. Los objetivos de este plan es prevenir los riesgos laborales y accidentes de trabajo y dar cumplimiento a los reglamentos vigentes sobre la seguridad minera (Anexo E) (Reglamento de Seguridad Minera RO/999 de 30 de Julio de 1996).

Para este caso los procedimientos a desarrollarse en este Plan de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional está dado por el Reglamento de Seguridad Minera citado anteriormente.

En las reuniones de capacitación se revisarán las reglas en materia de salud y seguridad en términos generales, los medios que se utilizarán en las sesiones de capacitación pueden ser: videos, folletos y demostraciones, en los temas a tratar se incluirán:

- Importancia de la salud, seguridad y calidad de los procesos mineros.
- Información y análisis de accidentes.
- Utilización del equipo de protección personal.
- Factores de riesgo implicados a la minería.
- Conciencia ambiental es decir la disposición y tratamiento apropiado de los desechos, manejo de combustibles.

Una vez que los empleados hayan completado la introducción general a la salud y seguridad participarán en una inducción posterior específica para cada actividad del proyecto en donde se tratará sobre los riesgos asociados con los equipos y maquinarias.

8.7 PROGRAMA DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS

La recomposición de los terrenos, no debe dejarse para una etapa final, sino que se debe considerar como un proceso simultáneo con el aprovechamiento del recurso. A medida que avanzan las labores mineras, el material de cobertura se va incorporando, en forma secuencial, en las escombreras y en las áreas ya explotadas. Así, los suelos recuperados constituyen el soporte de especies de flora que van a contribuir a la fijación de los mismos y que conjuntamente con la revegetación de taludes con especies nativas adaptadas al lugar y el manejo controlado de los drenajes naturales, conforman un paquete de acciones cuya finalidad fundamental es el combate de los procesos erosivos en las áreas afectadas.

8.7.1 MANEJO DE FLORA Y FAUNA⁴⁴

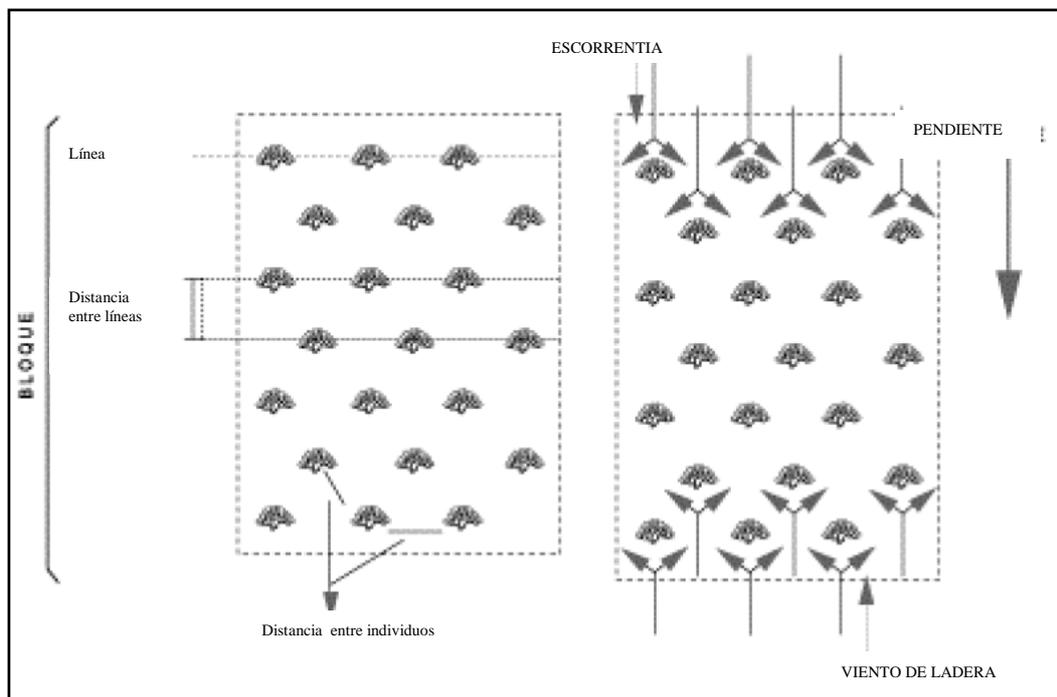
La explotación minera ocasiona fuertes impactos ambientales sobre las comunidades de fauna y flora, las formas más comunes de manejo ambiental inician con el diseño de un plan de conservación de las mismas, se presenta a continuación una serie de medidas específicas de manejo, de los componentes fauna y flora:

- Se implementaran medidas protectoras para los fragmentos de bosque que no sea necesario intervenir, de tal forma que se conviertan en refugios biológicos o en corredores de fauna.
- Otras medidas compensatorias pueden ser el rescate de especies vegetales como semillas y plántulas de: *Bursera graveolens*, *Piscidia carthagenensis*, *Zanthoxylum fagara*, *Psidium galapageium*, *Jasminocererus thouarsii*, y el rescate herpetofauna como lagartijas (*Microlophus bivittatus*).
- Para realizar la recuperación de la cubierta vegetal, no necesariamente debe pensarse en especies vegetales de sotobosque, sino tratar de imitar los patrones espaciales y temporales que exhibe la vegetación de la zona a restaurar (Gráfico 8.3 y Gráfico 8.4).

⁴⁴ Ministerio de Minas y Energía, Ministerio del Medio Ambiente, “*Guía Minero Ambiental para la Explotación*”, Bogotá, 2002.

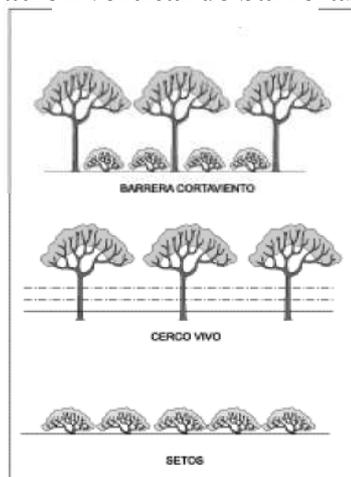
- La revegetación, es una medida de recuperación de la cubierta vegetal. Que debe realizarse bajo la asesoría de expertos (PNG Y FCD) en restauración de la flora endémica de Galápagos.
- El proceso de recuperación de la cubierta vegetal lleva tiempo y presupuesto. No sólo se trata de seleccionar especies y plantarlas con las densidades y combinaciones sugeridas por los expertos, sino que se debe hacer mantenimiento de las mismas como: sanidad vegetal y replanteo.

Gráfico 8.3 Patrón de plantación



Fuente: Protocolo Distrital de Restauración Ecológica, DAMA-Fund. Bachaqueros, 2000

Gráfico 8.4 Patrón vertical de barreras vegetales



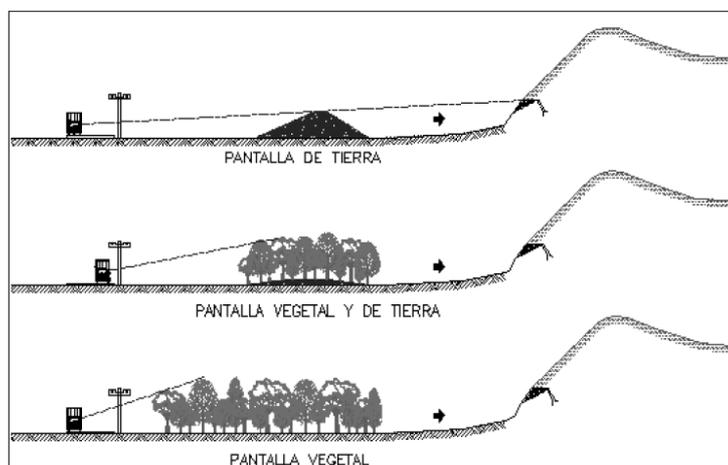
Fuente: Protocolo Distrital de Restauración Ecológica, DAMA-Fund. Bachaqueros, 2000

8.7.2 MANEJO DEL PAISAJE⁴⁵

Las obras que se desarrollan en la explotación minera crean contrastes antiestéticos con las formas y líneas naturales del paisaje, por lo tanto se debe pensar en el paisaje como recurso visual durante y después de las labores, para el manejo del paisaje se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Localización de instalaciones: Se debe buscar siempre armonizar el área de trabajo con el medio circundante, de tal forma que el observador común no tenga un impacto visual negativo, o que por el contrario su impresión sea mínima.
- Localización de escombreras de estériles: se deben ubicar de tal forma que las estructuras armonicen con el paisaje.
- Utilizar geoformas preexistentes como laderas, valles u otras depresiones naturales, con el fin de propiciar el ocultamiento de las escombreras.
- Para la construcción de edificaciones del proyecto minero, deberán utilizarse, en lo posible, diseños concordantes con las características propias del entorno, usando materiales (prefabricados) y construcciones poco contrastantes, tanto con el entorno biofísico.
- Se recomienda proceder con el modelado y estabilización de los taludes, para facilitar la implantación de una cobertura vegetal sobre los mismos.
- Se deben establecer pantallas visuales, que pueden ser de materiales estériles, vegetación o mixtas, como se muestra en el Gráfico 8.5.

Gráfico 8.5 Tipos de Pantallas visuales



Fuente: Guía Ambiental para la explotación del Carbón, MINERCOL, 2001

⁴⁵ Ministerio de Minas y Energía, Ministerio del Medio Ambiente, “Guía Minero Ambiental para la Explotación”, Bogotá, 2002.

8.7.3 MANEJO DE TALUDES⁴⁶

A continuación se describen las principales acciones que pueden implementarse para el manejo de los taludes.

- El modelado de los taludes es una función de las condiciones de estabilidad, tipo y dimensiones del frente, disponibilidad de materiales de relleno y las propiedades de éstos.
- La restauración y tratamiento de los taludes finales es más sencillo de realizar, si éstos fueron desarrollados por sistema de banqueo; entre otras razones, porque el alcance del equipo de cargue permite un mejor saneo y limpieza de los frentes durante la operación.
- En muchos casos es conveniente disminuir la pendiente del talud general de las explotaciones, o al menos la de los bancos, dejando pequeñas bermas sobre las cuales se acumula material fino y fragmentado, que facilita la revegetalización de estas superficies.
- Los taludes banqueados presentan mayores posibilidades de recuperación que los de frente único. La implantación de la vegetación en las bermas ayuda a romper la continuidad y uniformidad del talud, mejorando su apariencia.
- Cuando se dispone de materiales estériles de la propia explotación, es posible efectuar un relleno parcial de los frentes para conseguir un perfil del terreno suave y extender sobre ellos la capa de tierra vegetal.

8.7.4 MANEJO DE ESCOMBRERAS⁴⁷

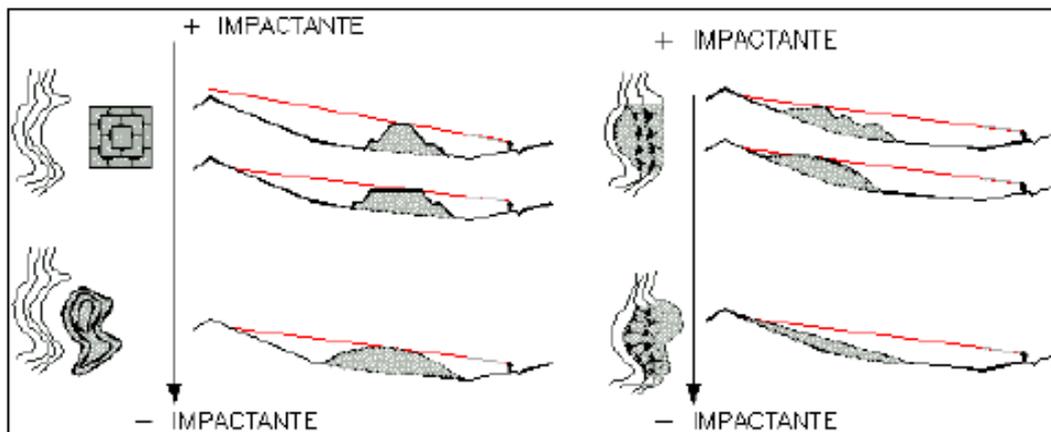
El objetivo principal del manejo de las escombreras es la perseguir la generación de geoformas nuevas que armonicen con la topografía circundante, deberá ser razonablemente apto para el establecimiento de suelo y la creación posterior de una nueva cobertura vegetal. A continuación se muestra un esquema de modelado de escombreras.

⁴⁶ Ministerio de Minas y Energía, Ministerio del Medio Ambiente, “*Guía Minero Ambiental para la Explotación*”, Bogotá, 2002.

⁴⁷ Ministerio de Minas y Energía, Ministerio del Medio Ambiente, “*Guía Minero Ambiental para la Explotación*”, Bogotá, 2002.

- Teniendo en cuenta que el ojo humano percibe más las dimensiones verticales que las horizontales, es aconsejable darle a las escombreras una forma alargada y de poca altura, en lugar de que sea corta y alta (Gráfico 8.8).
- La distribución del material sobre una ladera, hace que en la parte más alejada del observador se aprecie una menor masa aparente.
- La altura de las escombreras no deberá sobrepasar la cota altitudinal del entorno para que no se destaque en la línea del horizonte.
- Las líneas curvas sobre superficies suaves producen una intrusión visual menor que las líneas y cortes rectos sobre superficies planas, que acentúan formas y volúmenes.

Gráfico 8.6 Diseño de escombreras



Fuente: Guía Ambiental para la explotación del Carbón, MINERCOL, 2001

8.8 PROGRAMA DE ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA

Una vez que finalicen las actividades mineras de extracción del recurso pétreo el concesionario minero deberá desarrollar las siguientes actividades:

- Ubicar y disponer adecuadamente los equipos y estructuras que se encuentren en las áreas de explotación, se desarmarán para ser transportados hacia el puerto donde serán embarcadas con destino hacia el puerto de Guayaquil.
- Después de retirar los equipos se procederá a estabilizar los terrenos donde existió explotación mediante el manejo de taludes y el manejo de flora para la revegetación.
- El concesionario minero levantará la información referente a zonas inestables para realizar un monitoreo continuo de estas zonas.
- Luego del abandono el área deberá ser inspeccionada por representantes del concesionario minero y del control ambiental durante y después de la implementación de este plan.

8.9 PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL

Es un procedimiento válido para verificar la eficacia de la ejecución de dichas medidas, para realizar el monitoreo se seleccionan indicadores específicos, por medio de los cuales se pueden identificar los cambios que está generando el proyecto. Los datos obtenidos en el monitoreo permiten reevaluar acciones con el fin de corregir, minimizar o mitigar las posibles afectaciones.

Los aspectos a tomar en cuenta para el diseño del Plan de Monitoreo Ambiental son: los sitios de muestreo deben ser representativos de fácil acceso e identificación, la selección de los parámetros de medición contenidos en el TULSMA libro VI de la Calidad Ambiental (Anexos del 1 al 7), y definir la frecuencia del muestro según la magnitud del impacto presente en el área del proyecto minero.

8.9.1 PARÁMETROS DE SEGUIMIENTO

En los siguientes cuadros analizaremos los parámetros de seguimiento para el Medio Físico.

RECURSO SUELO

Cuadro 8.1 Parámetros de seguimiento para el Recurso Suelo

COMPONENTE	PARÁMETROS	RESPONSABLE	FRECUENCIA	POSIBLES SITIOS MUESTREO
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Características biológicas. 	Representantes del Control ambiental.	Anual	Pilas del material estéril producto del descapote.
Taludes de corte	<ul style="list-style-type: none"> • Desprendimientos. • Desplomes. • Procesos erosivos. • Estabilidad de taludes. 	Concesionario minero.	Diario en lugares donde el material sea disgregado y mensual en lugares donde el material no sea disgregado.	Taludes de corte y frentes de arranque de la cantera.

Elaborado por: Autor

RECURSO AIRE

Cuadro 8.2 Parámetros de seguimiento para el Recurso Aire

COMPONENTE	PARÁMETROS	RESPONSABLE	FRECUENCIA	POSIBLES SITIOS MUESTREO
Calidad del aire	<ul style="list-style-type: none"> • Partículas suspendidas totales. • Ruido. 	Representantes del Control ambiental (PNG).	Mensual	Área de influencia directa e indirecta.

Elaborado por: Autor

RECURSO FLORA

Cuadro 8.3 Parámetros de seguimiento para el Recurso Flora

COMPONENTE	PARÁMETROS	RESPONSABLE	FRECUENCIA	POSIBLES SITIOS MUESTREO
Deforestación	<ul style="list-style-type: none"> Inventario forestal detallado. 	Representantes del Control ambiental (PNG).	Antes de realizar cualquier actividad del proyecto.	En las áreas que van a ser descapotadas.
Reforestación	<ul style="list-style-type: none"> Producción de plántulas. Superficie plantada. 	Concesionario minero y representantes del Control ambiental (PNG).	Realizar un calendario de producción y plantación.	Parcelas de experimentación Áreas a reforestar.
Flora exótica	<ul style="list-style-type: none"> Superficie del avance de las plántulas. 	Representantes del Control ambiental (PNG).	Trimestral	Vías de Acceso y áreas descapotadas.

Elaborado por: Autor

RECURSO FAUNA

Cuadro 8.4 Parámetros de seguimiento para el Recurso Fauna

COMPONENTE	PARÁMETROS	RESPONSABLE	FRECUENCIA	POSIBLES SITIOS MUESTREO
Fauna endémica	<ul style="list-style-type: none"> Inventario de especies. 	Representantes del Control ambiental (PNG).	Semestral	Vías de Acceso y fragmentos de bosque.
Fauna exótica	<ul style="list-style-type: none"> Control biológico. 	Representantes del Control ambiental (PNG).	Semestral	Vías de Acceso y fragmentos de bosque.

CAPÍTULO 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

- Galápagos es considerado Patrimonio Natural de la Humanidad declarado por la UNESCO, la colonización en las islas habitadas como San Cristóbal ha demandado y demandará el uso de los Recursos Naturales presentes en los ecosistemas de la isla, lo que ha llevado a un deterioro de estos, debido a la convivencia hombre-ambiente por lo que es necesario tomar decisiones de control, vigilancia y monitoreo sobre estos recursos.
- La zonificación del Plan de Manejo del PNG, establece que en la Zona de Conservación y Restauración de Ecosistemas no se puede realizar usos extractivos, mientras en la Zona de Reducción de Impactos se puede realizar actividades de extracción limitada y controlada de materiales pétreos para la demanda local; a estos sitios donde se desarrollan actividades como extracción de recursos pétreos y vertimiento de desechos sólidos se los llama Sitios de Servicios Especiales. Si en el futuro se entregasen áreas para la explotación como parte del 2% que la LOREG establece en el Art. 10 numeral 7, la DPNG será la encargada de delimitar, controlar mediante planes de uso del material pétreo en la isla.
- Los sitios que son explotados actualmente son minas a cielo abierto, que corresponden a construcciones volcánicas menores, es decir son pequeños conos volcánicos parásitos, que están constituidos por proyecciones de escorias y lapilli intercaladas con lavas, la explotación no técnica hace que en los sitios de explotación sean ecosistemas muy degradados por esta actividad.

- Las propiedades de los agregados pétreos indican que es un material abrasivo y que absorben cantidad de agua debido a su característica porosa, esto hace que en la mezcla para la elaboración de hormigones y asfaltos se necesite mayor cantidad de arena y ripio para obtener mezclas de buena calidad.
- En general, el impacto que la ejecución del proyecto ejercería sobre el conjunto de factores ambientales será poco significativo a medianamente significativo, en vista que el proyecto se desarrollará en la zona de Reducción de Impactos según la zonificación del Plan de Manejo del PNG, además que es una zona de amortiguamiento entre el Espacio Natural y el Espacio Humano.
- El proyecto en forma global va a generar 3 impactos de carácter beneficioso poco significativos, mientras que los impactos de carácter negativo que en total son 123, de los cuales: 3 serán muy significativos, 28 significativos, 43 medianamente significativos, 49 poco significativos. El factor ambiental físico que se verá más afectado es el suelo debido a la remoción en masa y pérdida del suelo, seguido del factor ambiental biótico que se verá más afectado es la flora debido a la remoción y pérdida de la cobertura vegetal endémica y finalmente para el factor socioeconómico que se verá más afectado es la modificación del paisaje.
- Del Modelamiento Cartográfico obtuvimos seis áreas que son óptimas, pero en función de la dificultad del desplazamiento consideramos solo tres que están asentados sobre construcciones volcánicas menores las cuales son: “**7A**” llamado Cerro Mundo cuyas coordenadas geográficas son 89° 34’ 28,55’’ W y 0° 53’ 14,26’’ S, “**7B**” sin nombre cercano a Cerro Mundo cuyas coordenadas geográficas son 89° 33’ 54,73’’ W y 0° 53’ 15,20’’ S, “**7C**” llamado Cerro Las Negritas cuyas coordenadas geográficas son 89° 34’ 46,45’’ W y 0° 57’ 38,34’’ S, del cuales el sitio más apto para las actividades de minería para recurso pétreos es el **7B**.
- Después del análisis de las áreas sensibles se determinó que el suelo es un componente físico sensible y presenta una sensibilidad media, mientras que la flora y la fauna son componentes bióticos sensibles y presentan una sensibilidad alta, finalmente el componente socioeconómico presenta una sensibilidad baja. Después

de la evaluación de los riesgos físicos se determinó que la inestabilidad geomorfológica presenta un riesgo alto, mientras que los riesgos que presenta el proyecto al ambiente es la introducción de especies exóticas lo que representa un riesgo alto.

- El Plan de Manejo propuesto establece el comportamiento ambiental del proyecto minero, el cual constituye los objetivos, metas y medidas ambientales preventivas que se implementarán, para resolver problemas anticipadamente de una forma racional, efectiva.

9.2 RECOMENDACIONES

- La presente Propuesta de Plan de Manejo no es una herramienta estática, por lo que se pueden realizar mejoras continuas por parte de la DPNG o el concesionario minero tomando en consideración y priorizando variables ambientales, sociales y calidad del recurso pétreo.
- Para encontrar sitios óptimos para la minería se recomienda la utilización de los modelos localización-asignación de Joaquín Bosque Sendra y Antonio Moreno, que integran, evalúan y caracterizan variables ambientales y socioeconómicas a intervenir en el estudio.
- Una vez acordado el próximo sitio de explotación de recursos pétreos por las autoridades, el procedimiento para la implantación de la cantera es el siguiente: ubicación y delimitación de los frentes mineros, programa de reservas explotables y análisis de sensibilidad de la mina, requerimientos de producción, necesidades de maquinaria y equipo especial para las condiciones del material pétreo de la isla, obras civiles y de infraestructura así como la ubicación de la escombrera.
- Realizar un estudio minero del sitio de explotación para determinar los volúmenes máximos de explotación (mensual, anual), el tiempo de vida útil de las reservas explotables, costos de la explotación y producción de los agregados pétreos.
- Prever una excepción de la LOREG en el uso de materiales explosivos, para la fragmentación de lavas que se encuentren intercaladas en los frentes de explotación, mediante minuciosas medidas de operación y control de estos materiales explosivos.
- El Plan de Contingencias debe ser consensuado y comprometer la participación de los organismos de rescate y del personal que laborará en la cantera, los procedimientos del Plan de Contingencias en una situación emergente pueden cambiar debido a las necesidades y recursos disponibles en el momento de la emergencia.

- Los SIG no son meros graficadores o presentadores de mapas son herramientas en los que se puede realizar modelamientos cartográficos mediante variables físicas, ambientales, sociales para encontrar áreas óptimas, trazados de rutas óptimas, análisis multicriterio, análisis geoestadístico.
- Se puede realizar estudios multitemporales de los recursos naturales en las áreas donde se explota los recursos pétreos, para determinar mediante imágenes satelitales por ejemplo índices del desbroce de la cobertura vegetal endémica

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Bosque Sendra Joaquín, Moreno Jiménez Antonio, “*Sistemas de Información Geográfica y localización de instalaciones y equipamientos*”, Editorial RaMa, 2004.
- Canter L, “*Environmental Impact Assessment*” , Second Edition, McGraw Hill Publishing Company, 1996.
- DAMA - FUNDACIÓN BACHAQUEROS, “*Protocolo Distrital de Restauración Ecológica*”. Convenio. DAMA-FEB, 2000.
- Dennis J. Geist, Alexander R. McBirney, Robert A. Duncan, “*Geology and petrogenesis of lavas from San Cristobal Island, Galapagos Archipiélago*”, Geological Society of America Bulletin, p 555-566, 1986.
- Espinoza Guillermo, “*Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*”, BID-CED, 2002.
- Fundación Natura, “*Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador*”, 1996.
- Fundación Natura, WWF, “*Informe Galápagos*”, 2001-2002.
- Gomez Monserrat, Barredo José, “*Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*”, 2da edición, Editorial RaMa, 2005.
- INGALA, PRONAREG, ORSTOM, “*Inventario Cartográfico de los Recursos Naturales, Geomorfología, Vegetación, Hídricos, Ecológicos y Biofísicos de las Islas Galápagos Ecuador*”, 1989.
- Instituto Tecnológico Geominero De España, “*Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en Minería*”, 2ª edición. Madrid, 1989.

- Jackson Michael H, “*Galápagos una Historia Natural*”, University of Calgary Press, 1995.
- López C. Henry, “*Estudio de los Agregados y su influencia en la Resistencia de Hormigones por el Método A.C.I. correspondiente a las Canteras: Cerro Quemado, El Progreso y Cerro Verde de la Isla San Cristóbal-Galápagos*”, 1998.
- Macdonald T, “*Conflict in the Galapagos Islands Analysis and Recommendations for Management*”, Fundación Charles Darwin, 1997.
- Maskrey A, “Los Desastres no son Naturales”, LA RED, 1993.
- Minercol, Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Minas Energía, “*Guía Ambiental para la Exploración de Carbón*”, Bogotá, 2001.
- Ministerio de Energía y Minas, “*REGLAMENTO AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES MINERAS*”, Decreto Ejecutivo No. 625, RO151 de 1997.
- Ministerio de Energía y Minas, “*REGLAMENTO GENERAL PARA LA LEY DE MINERIA*”, Decreto Ejecutivo No. 1415, RO 307 de 2001.
- Ministerio de Energía y Minas, “*LEY DE MINERIA*”, Ley No.126, RO 695 de 1991.
- Ministerio de Energía y Minas, “*REGLAMENTO DE SEGURIDAD MINERA*”, Decreto Ejecutivo No. 3934, RO 999 de 1996.
- Ministerio de Minas y Energía-Ministerio del Medio Ambiente (Colombia), “*Guía Minero Ambiental para la explotación*”, Bogotá, 2002.
- Ministerio del Ambiente, “*Reglamento General de Aplicación de la Ley de Régimen Especial para la conservación, y desarrollo sustentable de la provincia de Galápagos*”, RO 278 de 1998.

- Ministerio del Ambiente, “*LEY ORANICA DE REGIMEN ESPECIAL DE GALÁPAGOS*”, RO 278 de 1998.
- Moreno Jiménez Antonio, “*Sistemas y Análisis de Información Geográfica*”, Editorial RaMa, 2006.
- Parque Nacional Galápagos, “*Estatuto Administrativo del Parque Nacional Galápagos*”, 2007.
- Parque Nacional Galápagos, “*Plan de Manejo del Parque Nacional Galápagos*”, RO 23 de 2005.
- Rodríguez Efraín, Sánchez Carlos, “*Introducción a la Geología y Minería al Carbón para Ingenieros*”, Bogotá, 1991.
- Tye A, “*Revisión del estado de amenaza de la flora endémica de Galápagos: un análisis preliminar*”, 1999.
- WALSH, “*Estudio de Impacto Ambiental para el ingreso del Crucero MV Discovery con 500 pasajeros en la Isla San Cristóbal, Galápagos*”, 2005.
- WALSH, “*Estudio de Impacto Ambiental para la construcción del complejo eólico en el Cerro Tropezón en la Isla San Cristóbal, Galápagos*”, 2004.
- www.menergia.gov.ec/secciones.htm, agosto 2007.
- www.galapagospark.org/png/interna.php, octubre 2007.
- www.tenax.net/geosinteticos/geosinteticos.htm, octubre 2007.
- www.celpaca.org/ciencias1/geologia/vulcanologia.htm, agosto 2007.
- www.euroadoquin.org/euroadoquin.htm, agosto 2007.

ANEXO A

Anexo A1: MINA CERRO QUEMADO

Frentes Mineros.



Talud de arranque del material pétreo.



Niveles freáticos salinos encontrados en la mina.



Anexo A2: MINA DEL CEMENTERIO

Frentes Mineros.



Talud de arranque del material pétreo.



Anexo A3: MINA CERRO VERDE

Frentes Mineros.



ANEXO B

Anexo B1: ZONA LITORAL O COSTERA

Vegetación de la zona litoral, sector “Pta. Pitt”.



Manglares, sector “La Tortuga”.



Fauna de la Zona Costera, iguana (*Amblyrhynchus cristatus*).



Anexo B2: ZONA ÁRIDA

Vegetación de la zona litoral sector “Pan de azúcar”.



Vegetación litoral dominada por Cactus Candelabro (*Jasminocererus thouarsii*).



Anexo B3: ZONA SECA O TRANSICIÓN

Vegetación de la zona seca.



Anexo B4: ZONA HÚMEDA

Área agropecuaria invadida por pomarosa (*Eugenia jambos*) y guayaba (*psidium guajava*).



Área agropecuaria invadida guayaba (*psidium guajava*) y mora (*rubus niveus*).



Carretera El Progreso – Cerro Verde.



Anexo B5: ZONA MUY HÚMEDA

Vegetación de la zona muy húmeda sector “Las Pampas”.



Laguna “El Junco”.



Especie endémica de esta zona cacaotillo (*Miconia Robinsoniana*).



ANEXO C

Anexo C1: PRUEBAS DE GRANULOMETRÍA

Anexo C2: PRUEBAS DE ABRASIÓN

Anexo C3: PRUEBAS DE ABSORCIÓN

ANEXO D

ANEXO D1: MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

		CONSTRUCCION Y MONTAJE										ACTIVIDADES, OBRAS Y TRABAJOS DE EXPLOTACION						TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES		CIERRE Y ABANDONO	
		CONSTRUCCION		REPARACIONES		MANTENIMIENTO		RECONSTRUCCION		RECONSTRUCCION		RECONSTRUCCION		RECONSTRUCCION		RECONSTRUCCION		RECONSTRUCCION		RECONSTRUCCION	
		CONSTRUCCION	REPARACIONES	MANTENIMIENTO	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION	RECONSTRUCCION
FISICO	AIRE	Emission de material particulado	NEGATIVO TEMPORAL CORTO CIERTO MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL							NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL			
		Generacion de ruidos	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL								NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL			
		Remocion en masa y perdida del suelo	NEGATIVO PERMANENTE CORTO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE CORTO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE CORTO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO CIERTO ALTA LOCAL					NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL						
	SUELO	Contaminacion del suelo											NEGATIVO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO POCO BAJA LOCAL	NEGATIVO POCO BAJA LOCAL	NEGATIVO POCO BAJA LOCAL	NEGATIVO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO PROBABLE ALTA LOCAL	
		Movimiento del macizo rocoso											NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL						
		Activacion de procesos erosivos	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO MEDIA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL					NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL						
AGUA	Cambios en la calidad fisico quimico del agua											NEGATIVO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO PROBABLE ALTA LOCAL				NEGATIVO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO PROBABLE ALTA LOCAL		
	Afectacion de la dinamica de cuerpos de agua subteranea											NEGATIVO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO PROBABLE ALTA LOCAL				NEGATIVO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO PROBABLE ALTA LOCAL		
BIOTICO	FLORA	Remocion y perdida de la cobertura vegetal endemica	NEGATIVO TEMPORAL LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL							
		Ingreso de flora introducida agresiva	NEGATIVO TEMPORAL LARGO CIERTO MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL					NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL						
	FAUNA	Afectacion de las comunidades faunisticas	NEGATIVO TEMPORAL LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE ALTA LOCAL	
Ingreso de fauna introducida		NEGATIVO TEMPORAL LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE ALTA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE ALTA LOCAL		
SOCIAL	SECCIONADO	Generacion de expectativas	POSITIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	POSITIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	POSITIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO PROBABLE BAJA LOCAL	
		Afectacion a la infraestructura publica																		NEGATIVO TEMPORAL CORTO CIERTO MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO CIERTO MEDIA LOCAL
	NO SECCIONADO	Modificacion del paisaje	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO MEDIA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO PROBABLE MEDIA LOCAL								NEGATIVO CIERTO MEDIA LOCAL	NEGATIVO CIERTO MEDIA LOCAL	NEGATIVO CIERTO MEDIA LOCAL	NEGATIVO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO CIERTO MEDIA LOCAL	NEGATIVO CIERTO MEDIA LOCAL	
		Cambios en el uso del suelo	NEGATIVO TEMPORAL LARGO PROBABLE MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO CIERTO MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO CIERTO MEDIA LOCAL								NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO MEDIA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO MEDIA LOCAL	NEGATIVO PERMANENTE LARGO CIERTO MEDIA LOCAL				NEGATIVO TEMPORAL CORTO CIERTO MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO CIERTO MEDIA LOCAL	NEGATIVO TEMPORAL CORTO CIERTO MEDIA LOCAL

Elaborado por: Autor

ANEXO E

Anexo D1: Reglamento de Seguridad Minera

REGLAMENTO DE SEGURIDAD MINERA.

Decreto Ejecutivo No. 3934. RO/ 999 de 30 de Julio de 1996.

ARQ. SIXTO A. DURAN BALEN C.

PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPUBLICA

Considerando:

Que, la actividad minera, de utilidad pública en todas sus fases e interés nacional prioritario, se considera fundamental para el desarrollo sustentable, armónico y equilibrado del país;

Que, es necesario contar con un Reglamento que permita el adecuado cumplimiento de las normas de seguridad e higiene minera-industrial, aplicables a la actividad minera ecuatoriana a fin de preservar tanto la salud y vida en su personal, como de los trabajos e infraestructura del sector;

Que, el Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo ha cooperado con el Ministerio de Energía y Minas en la elaboración de normas reglamentarias mediante las cuales se precautelará la seguridad en las actividades mineras; y,

En ejercicio de las atribuciones que le confieren la Constitución y la Primera Disposición Final de la Ley de Minería No. 126.

Decreta:

EL SIGUIENTE REGLAMENTO DE SEGURIDAD MINERA

CAPITULO I

DEL AMBITO DE APLICACION Y OBJETO

Art. 1.- Disposiciones Aplicables.- Las disposiciones de este Reglamento son aplicables en el ámbito señalado en el artículo 1 de la Ley de Minería y particularmente en las fases de exploración, explotación, beneficio, fundición y refinación.

(Ley de Minería: "Art. 1.- Ambito de aplicación. La presente Ley de Minería norma las relaciones del Estado con las personas naturales y jurídicas, nacionales o extranjeras y las de estas entre sí respecto de la obtención de derechos y de la ejecución de actividades mineras. Se exceptúan de las disposiciones de esta Ley el petróleo y demás hidrocarburos, los minerales radioactivos y las aguas minero - medicinales.")

Art. 2.- Objeto.- El presente Reglamento tiene por objeto establecer normas para la aplicación de la Ley de Minería, a fin de proteger la vida y salud del recurso humano minero.

Para el efecto, deberán observarse fundamentalmente procedimientos de seguridad y capacitación; y, se aprovecharán experiencias prácticas y técnicas actualizadas que coadyuven al mejoramiento en la producción; a la protección de los trabajos mineros y a la conservación de la maquinaria empleada en los mismos y sus instalaciones, evitando además, riesgos de accidentes y enfermedades profesionales.

De igual modo, se propenderá a establecer campamentos que ofrezcan condiciones adecuadas de higiene y comodidad, para el personal que desarrolle actividades mineras.

CAPITULO II

ORGANOS DE CONTROL DE LA SEGURIDAD MINERA

Art. 3.- Procedimientos respecto de la seguridad minera.- Corresponde al Ministerio de Energía y Minas por intermedio de la Dirección Nacional de Minería y de las Direcciones Regionales de Minería, aplicar los procedimientos a la seguridad minera, dentro del ámbito de su competencia, sin perjuicio de la aplicación que esta Secretaría de Estado deba dar al Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo, dictado mediante Decreto No. 2393, de 13 de noviembre de 1986, publicado en el Registro Oficial No. 565, de 17 de los mismos mes y año.

Art. 4.- Subsecretaría de Minas.- La Subsecretaría de Minas del Ministerio de Energía y Minas será la dependencia encargada de supervisar la aplicación del presente Reglamento y de coordinar acciones con los sectores público y privado a fin de lograr los objetivos señalados en el artículo 2 del mismo.

Art. 5.- Atribuciones de la Dirección Nacional de Minería.-Las atribuciones de la Dirección Nacional de Minería son las siguientes:

a. Controlar el cumplimiento de la obligación que tienen los titulares de derechos mineros, de preservar la salud y la vida del personal técnico y de sus trabajadores, en la forma establecida en el artículo 66 de la Ley de Minería;

b. Practicar inspecciones a las operaciones e instalaciones de los titulares de derechos mineros, con la intervención de funcionarios debidamente autorizados, a fin de comprobar la observancia a las normas de la Ley de Minería y el presente Reglamento, en cuanto a seguridad e higiene minera se refiere;

c. Colaborar en la aplicación del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo;

d. Verificar el cumplimiento de las obligaciones técnicas, de seguridad e higiene minera que consten en los reglamentos internos de las concesiones que hubieren legalizado sus actividades mineras al amparo de la Disposición Transitoria Tercera de la Ley de Minería;

e. Aprobar los planos y especificaciones de los campamentos estables que deberán ofrecer condiciones higiénicas y cómodas de habitación para el personal dependiente de los titulares de derechos mineros;

f. Ordenar la suspensión de trabajos mineros, cuando así lo exija la protección de la salud y vida de los trabajadores mineros;

g. Recabar de los titulares de derechos mineros los documentos que contengan los programas de entrenamiento y capacitación para su personal, a todo nivel, especialmente en materia de seguridad e higiene minera; y,

h. Las demás que le corresponden de acuerdo con la Ley de Minería y el presente Reglamento.

Art. 6.- Atribuciones de las Direcciones Regionales de Minería.- Corresponde a las Direcciones Regionales de Minería el ejercicio de las atribuciones asignadas a la Dirección Nacional de Minería, en las letras a), b), c) y d), del artículo precedente, sin perjuicio de las demás que se contemplan en el presente Reglamento.

CAPITULO III

DE LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES

RESPECTO DE LA SEGURIDAD MINERA

Art. 7.- Derechos de los titulares.- El Estado garantiza a los titulares de derechos mineros que hayan cumplido las disposiciones que constan en la Ley de Minería, su Reglamento General, el presente Reglamento de Seguridad Minera y en el título respectivo, la plena vigencia de sus concesiones de exploración, de explotación y de las autorizaciones para instalar plantas de beneficio, fundición y refinación.

Art. 8.- Deducciones.- Los titulares de derechos mineros en sujeción a las disposiciones que se contiene en el artículo 154 de la Ley de Minería, letras d) y e), tendrán derecho a la aplicación de las deducciones por las primas de seguro que cubran riesgos personales de los trabajadores, riesgos sobre los bienes utilizados en la actividad minera y otras responsabilidades o riesgos que a causa de dicha actividad se pudieran producir, así como también las contribuciones en favor de los trabajadores para finalidades de asistencia médica, sanitaria, capacitación y entrenamiento profesional, respecto de la seguridad e higiene minera - industrial.

Art. 9.- Obligaciones de los titulares.- Son obligaciones de los titulares de derechos mineros:

- a. Preservar la salud y vida de su personal técnico y de trabajadores;
- b. Aplicar en todas sus operaciones, las normas de seguridad e higiene minera - industrial, previstas en la Ley de Minería, su Reglamento General, el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo y el presente Reglamento. Estas normas deben difundirse en forma oportuna y eficaz a fin de garantizar su pleno cumplimiento;
- c. Dotar a su personal técnico y de sus trabajadores de condiciones higiénicas y cómodas de habitación en los campamentos estables de trabajo;
- d. Someter a la aprobación de la Dirección Nacional de Minería los planos y especificaciones de sus campamentos estables de trabajo;
- e. Permitir la inspección de sus instalaciones u operaciones por parte de funcionarios debidamente autorizados por la Dirección Nacional de Minería, los que deberán ser atendidos por personal con suficiente capacidad de decisión, competente y conocedor de los lugares a inspeccionarse;
- f. Mantener programas de entrenamiento y capacitación para su personal a todo nivel en materia de seguridad e higiene minera;
- g. Contar con la asesoría o dirección de uno o más profesionales del ramo, afiliados a los respectivos colegios profesionales, bajo cuya responsabilidad técnica se desarrollen las obras geológico - mineras y el proyecto minero metalúrgico;
- h. Informar por escrito a la Dirección Regional de Minería respectiva, sobre el comienzo o reinicio de sus labores mineras, por lo menos con quince días anteriores a dicho comienzo o reinicio de los trabajos, dichas labores no se podrán ejecutar mientras no se hayan adoptado todas las medidas para proteger la integridad de los trabajadores de las instalaciones o de terceros;
- i. Mantener en permanente actualización, planos relativos a cada lugar de trabajo y su avance en los respectivos frentes;
- j. Proporcionar gratuitamente a sus trabajadores, previa determinación de las reales necesidades, de elementos de protección personal contra eventuales accidentes de trabajo que les permitan desarrollar sus labores en forma segura tales como cascos, gafas, linternas, protectores auditivos, mascarillas filtrantes, guantes, calzado de seguridad, cinturones de seguridad, implementos últimos estos que deberán ser utilizados cuando los trabajadores realicen trabajos en altura, etc.;
- k. Llevar un expediente especial de observaciones y recomendaciones formuladas por los funcionarios de la Dirección Nacional de Minería en sus inspecciones y suscribir las correspondientes copias;
- l. Mantener toda la maquinaria, equipo e instalaciones en debidas condiciones de funcionamiento y seguridad;
- m. Verificar por intermedio del Prevencionista de Riesgos o del Monitor de Seguridad, la experiencia del nuevo personal, e instruirle acerca de los riesgos del trabajo y la ejecución segura de las labores encomendadas; y,
- n. Las demás que se contemplan en el presente Reglamento y los instructivos que sobre la materia dicte la Dirección Nacional de Minería.

Art. 10.- Obligaciones del personal.- Tanto el personal administrativo como el de trabajadores que preste servicios bajo la dependencia de titulares de derechos mineros, está obligado a acatar las medidas de seguridad y prevención e higiene contemplados en este Reglamento y el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y el Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.

En igual obligación se encuentran comprendidos los funcionarios de la Dirección Nacional de Minería autorizados para la práctica de inspecciones y las personas que en calidad de visitantes hayan obtenido autorizaciones para ingresar a las instalaciones, campamentos o áreas de trabajo minero.

Art. 11.- Información a superiores.- Los trabajadores mineros están obligados a informar a sus superiores respecto de cualquier situación que entrañe riesgo o peligro para su salud o vida o que produzca condiciones de inseguridad o detrimento para los equipos, maquinaria, materiales, estructuras, fortificaciones, instalaciones o infraestructura estable en las concesiones o plantas.

CAPITULO IV

NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD

Art. 12.- Seguridad en accesos y salidas.- Toda labor minera deberá tener accesos y salidas para el movimiento tanto del personal como de equipos desde cualquier parte de ella, tales como socavones, rampas o piques inclinados o verticales con medios seguros para su circulación, sea en su interior o hacia el exterior.

Art. 13.- No admisión en recintos de trabajo.- Bajo ningún concepto se admitirá en los recintos de trabajo, a personas que den muestras de haber ingerido bebidas alcohólicas, drogas o sustancias psicotrópicas, cuya introducción a los mismos quedén absolutamente prohibida.

En todo caso, de ocurrir el ingreso de personas en las condiciones señaladas en el inciso anterior, se procederá a la expulsión inmediata de tales recintos.

Art. 14.- Prohibición de entrada a lugares de almacenaje.- No se permitirá la entrada de trabajadores no autorizados a lugares de almacenaje que tengan materiales que puedan desplomarse o fluir, tales como silos, tolvas o buzones, salvo que se haya comprobado que el material, al descender no vaya a cubrirlos o siempre y cuando los trabajadores se hayan colocado el cinturón de seguridad y estén usando cuerda salvavidas de largo apropiado y convenientemente tensa, para realizar la tarea prevista sin riesgo.

Art. 15.- Movimiento de material pesado.- Para el movimiento de material pesado, se ocupará solo personal debidamente entrenado en el uso de cables, tensores, aparejos, teclas, winches, gatas, palancas, métodos y señales para izamiento y arrastre, ejecución de nudos y amarras, colocación de grapas para cables de acero, etc.

Art. 16.- Manejo de maquinaria.- A fin de evitar situaciones de peligro o riesgo en las operaciones geológico mineras, el manejo de maquinaria, tal el caso de locomotoras, camiones, cargadoras, winches, compresores, ventiladores, bombas, etc., corresponderá a personal debidamente preparado y autorizado para el efecto.

Art. 17.- Mantenimiento de zonas de trabajo.- Las zonas de trabajo deberán mantenerse limpias y despejadas, tanto en la superficie como en el interior de las minas, debiéndose extraer periódicamente los desperdicios inflamables, madera, etc., provenientes de labores subterráneas, talleres o plantas.

Art. 18.- Protección de Equipo.- Las poleas de impulsión de equipos y motores y los engranajes, correas, cadenas u otras partes móviles de la maquinaria y equipo deberán estar encerradas o protegidas con coberturas adecuadas.

Las protecciones de los esmeriles impulsados por medios mecánicos deberán resistir el impacto de los fragmentos de rueda en caso de que esta se rompa.

Los operadores deberán usar gafas protectoras.

Art. 19.- Inmovilización de maquinaria.- Cuando se requiera que una persona introduzca su cuerpo o parte de él en el interior de una máquina se verificará que la misma este completamente inmovilizada y desenergizada.

Art. 20.- Medidas de precaución.- Como medidas de precaución se prohíbe a los trabajadores tanto el uso de ropa suelta, el cabello sin recoger, el uso de anillos o aditamentos que puedan agarrarse o asirse, cuando ejecuten labores cerca de maquinarias y elementos de transmisión en movimiento.

Art. 21.- Bandas transportadoras.- Las bandas transportadoras deberán tener puentes que permitan el paso del personal, siempre y cuando sea necesario. De igual modo para la operación de tales bandas se deberá contar con interruptores que permitan detener su movimiento en caso de emergencia.

CAPITULO V

DE LOS RIESGOS DEL TRABAJADOR

MINERO Y SU PREVENCIÓN

Art. 22.- De los riesgos.- Los titulares de derechos mineros, sus administradores, supervisores y trabajadores, deberán planificar y ejecutar actividades encaminadas al reconocimiento, evaluación y control de riesgos en labores mineras a fin de evitar accidentes de trabajo o enfermedades profesionales que afecten a la salud o integridad física o psicológica del personal que labore en concesiones o plantas.

De igual modo deberán adoptar, con la correspondiente previsión y oportunidad, medidas que facilden el salvamento de los accidentados, la asistencia con primeros auxilios, el transporte a los centros de salud y la debida atención médica.

Art. 23.- Accidentes de trabajo.- Los titulares de derechos mineros están obligados a enviar a la Dirección Nacional de Minería, informes técnicos por escrito, respecto de cualquier accidente de trabajo que sufra su personal, dentro de veinticuatro horas a partir del momento en que haya ocurrido el suceso, en el mismo deberá detallarse las causas, consecuencias y medidas correctivas, copia de dicho informe deberá dirigirse a la autoridad de trabajo respectiva de conformidad con el Código de Trabajo. Sin perjuicio de lo anteriormente expuesto, los titulares en los informes semestrales de trabajo harán referencia cronológica a las medidas adoptadas para el cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 66 de la Ley de Minería y a la totalidad de accidentes que hayan causado incapacidad temporal de sus trabajadores por más de un día de labor, amputaciones, incapacidades permanentes y absolutas o su muerte.

Art. 24.- Unidad de Seguridad.- Los titulares de derechos mineros que en sus concesiones o plantas cuenten con cien o más trabajadores estables, deberán establecer y mantener en funcionamiento una Unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo que estará dirigida por un ingeniero de minas, Prevencionista en Riesgos Mineros, afiliado al respectivo colegio profesional.

El Prevencionista de Riesgos Mineros, deberá tener conocimientos especializados y experiencia minera respecto de:

- a. Objetivos y principios de seguridad, higiene y salud ocupacional;
- b. Ventilación de minas;
- c. Higiene industrial y manejo de agentes químicos;
- d. Explosivos y voladura;
- e. Plantas de beneficio y disposición de relaves;
- f. Fortificación de minas;
- g. Ruido y salud pública;
- h. Aplicación del Reglamento de Seguridad Minera y Normas conexas; e,
- i. Sistema de Seguridad Minera.

Si la nómina del personal, fuere inferior a cien trabajadores, pero mayor a cincuenta, deberá contarse con los servicios de un monitor de seguridad minera.

Art. 25.- Funciones de las Unidades de Seguridad e Higiene del Trabajo.- Las Unidades de Seguridad e Higiene del Trabajo, tendrán las siguientes funciones principales:

- a. El reconocimiento y evaluación de riesgos en concesiones de exploración y explotación y en plantas de beneficio, fundición y refinación;
- b. La capacitación y entrenamiento a los trabajadores, de acuerdo a los riesgos típicos de la función asignada;
- c. El registro de accidentes de trabajo, ausentismo por riesgo del trabajo y la evaluación estadística de los resultados;
- d. El asesoramiento técnico en materia de control de incendios, almacenamientos adecuados, protección de maquinaria, instalaciones eléctricas, primeros auxilios, ventilación y protección de personal;
- e. La colaboración con la Dirección Nacional de Minería y otros organismos del sector público o privado en la aplicación de planes de capacitación y difusión orientadas a la seguridad y prevención de riesgos de accidentes o enfermedades profesionales;
- f. El asesoramiento a los Comités de Seguridad e Higiene del Trabajo;
- g. Conocimiento y experiencia respecto de la aplicación del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo; y,
- h. Las demás contempladas en el presente Reglamento.

Art. 26.- Monitores de Seguridad Minera.- Los Monitores de Seguridad Minera cumplirán las labores que les asignen los Prevencionistas de Riesgos Mineros en la mina o en grupos de cuadrillas que trabajen aislados. Sin perjuicio de lo anterior los monitores de Seguridad Minera podrán realizar las actividades inherentes a sus funciones en concesiones o plantas, en las cuales el personal no supere a los cincuenta trabajadores.

Para el desempeño de tales actividades deberán acreditar:

- a. La obtención de título, diploma o certificado legalmente conferido por Institutos de Educación Superior Media o por el Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional;
- b. Experiencia de por lo menos cuatro años de trabajo en labores mineras; y,
- c. Conocimientos y experiencia respecto de la aplicación del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.

Art. 27.- Comités de Seguridad e Higiene del Trabajo.- En las concesiones o plantas en las cuales laboren más de quince trabajadores deberá organizarse un Comité de Seguridad e Higiene del Trabajo, en la forma y con las funciones que se establecen en el artículo 14 del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.

CAPITULO VI

DE LOS SERVICIOS PERMANENTES Y CONDICIONES SANITARIAS

Art. 28.- Servicios Permanentes.- En las concesiones y plantas y sus lugares de trabajo, respecto de los dormitorios, viviendas, comedores, cocinas, abastecimiento de agua, vestuarios, servicios higiénicos, duchas, lavabos, normas comunes a los servicios higiénicos, servicios de primeros auxilios, servicio médico, traslado de accidentados y enfermos se aplicarán las normas de Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.

Art. 29.- Condiciones Especiales.- Sin perjuicio de lo establecido en el artículo anterior, en las concesiones y plantas se tendrán las siguientes condiciones:

- a. En caso de que fuere necesario instalar servicios higiénicos en el interior de la mina, el número de elementos será de la mitad de los fijados para la superficie;
- b. En el interior de la mina se deberá contar con suministro de agua fresca y potable, para consumo de los trabajadores, en cantidades suficientes y fácilmente accesible y disponible en cualquier momento;
- c. En caso de que, por la ubicación del centro minero, no se dispusiera de agua potable, se recurrirá a su tratamiento por filtración y/o purificación practicándose los controles físicos, químicos y bacteriológicos pertinentes, cada seis meses como máximo;
- d. Deberá mantenerse una camilla en buen estado para transportar a personas lesionadas, con frazadas y poncho de agua en perfectas condiciones y suministrarse material y equipo de primeros auxilios en botiquines secos y herméticos; y,
- e. Deberá contarse con personal de trabajadores instruidos en primeros auxilios de modo que se garantice en caso de accidente una adecuada y oportuna atención de los lesionados hasta tanto se obtenga atención profesional.

CAPITULO VII

DEL EMPLEO DE EXPLOSIVOS EN LA ACTIVIDAD MINERA

Art. 30.- Sujeción a la Ley y Reglamento.- En todo lo relacionado con la adquisición, tenencia, almacenamiento, transporte y manipulación de explosivos y materias afines, así como sobre la construcción de polvorines, se estará a lo dispuesto en la Ley de Fabricación, Importación, Exportación, Comercialización y Tenencia de Armas, Municiones, Explosivos y Accesorios; y, su Reglamento.

Art. 31.- Transporte dentro de la concesión.- Para el transporte de los explosivos dentro de la concesión minera deberán cumplirse las siguientes normas de seguridad:

- a. Los vehículos que transporten explosivos no podrán cargar junto a dichos explosivos los detonadores u otros accesorios de voladura.
- b. Los explosivos deberán transportarse fuera de las horas de movilización del personal, con el fin de no ocupar simultáneamente el mismo medio de transporte.
- c. El transporte de detonadores eléctricos, solo podrá realizarse en los envases originales.

Art. 32.- Almacenamiento de nitrato de amonio.- El nitrato de amonio en sacos o granel, puede guardarse al aire libre en terrenos debidamente preparados para este fin despejados y libres de basura, maleza y de todo material combustible en un radio de 30 m.

En caso de precipitaciones el nitrato deberá cubrirse con carpas o techumbre de material liviano, colocados a 1,30 m. de altura sobre el material.

Art. 33.- Manipulación de explosivos.- En los Reglamentos Internos de Seguridad que pongan en aplicación los titulares de derechos mineros, establecerán procedimientos internacionalmente aceptados, de manipulación de explosivos y más accesorios a utilizarse en las labores mineras.

Art. 34.- Adecuada instrucción.- Los prevenicionistas de riesgos mineros, los monitores de seguridad minera y las personas que tengan a cargo la supervisión de las labores mineras deberán cerciorarse de que las personas que manejan explosivos estén debidamente instruidos en los procedimientos de segura manipulación de explosivos y accesorios.

Art. 35.- Herramientas.- El corte, cebado y apertura de cajas de la dinamita debe efectuarse empleando herramienta de madera, hueso o aluminio, a fin de evitar chispa.

Art. 36.- Tiempo de quemado y largo de la mecha.- Se deberá revisar la velocidad del quemado de la mecha, asegurándose de tener tiempo para que una vez encendida, el disparador llegue a un lugar seguro.

En los disparos con mecha, el largo mínimo permitido será de 75 cm. más largo que el de la profundidad del hueco mayor y en ningún caso dicho largo será menor de 90 cm. Se recomendará el uso de mecha de seguridad con velocidad de quemado de 30 cm./min.

Art. 37.- Uso de mecha impermeable.- En labores en las que exista abundancia de agua es obligatorio el uso de mecha impermeable y dinamita con resistencia al agua. Se permitirá el uso de ANFO, empacado en fundas impermeables.

Art. 38.- Introducción de explosivos a los frentes de trabajo.- Deberá introducirse el explosivo a los frentes de trabajo en forma de cartuchos, en envases cerrados de madera o aluminio; comprobando que cada caja contenga una sola clase de explosivo y que dichas cajas se mantengan suficientemente alejadas de las lámparas de carburo.

Art. 39.- Carga de Tiros.- Al finalizar la barrenación se deberá llevar a los frentes de trabajo solo la cantidad de explosivo, detonante y mecha requeridos para el disparo.

Para asegurar el detonante a la mecha se empleará un mecanismo apropiado, prohibiéndose el uso de herramientas metálicas corrientes tales como: alicates y playos y peor aún la dentadura.

Art. 40.- Tiros quedados.- Los tiros que corresponden a voladuras de tiros anteriores que no hayan explotado completamente (tiros quedados) y representen riesgos por su presencia oculta en barrenaciones posteriores, requerirán de la adopción de los siguientes mecanismos de precaución:

- a. En forma previa al inicio de perforaciones en lugares en los que se hayan efectuado disparos con anterioridad, se deberá lavar el frente con agua y revisarlo cuidadosamente para determinar la existencia de tiros quedados;
- b. Se prohíbe terminantemente extraer las cargas de los tiros quedados; los que se deberán disolver con agua y se harán explotar con nuevas cargas;
- c. No podrá usarse el resto de un hueco quedado en una nueva barrenación, la cual en todo caso sólo podrá efectuarse, cuando menos a 20 cm. de la realizada con anterioridad;
- d. Los tiros quedados se eliminarán en el turno en el que se detecten;

e. En caso de constatarse la presencia de cartuchos cargados cuando se haga limpieza del mineral se deberá sacar el fulminante y transportarlo por separado;

f. Se prohíbe volver a examinar un tiro que hubiere fallado antes de un tiempo o de treinta minutos; y,

g. En todo trabajo minero se deberá llevar un libro para la información de los tiros quedados y su eliminación. En dicho libro de registro, los Previsionistas de Riesgos Mineros, los Monitores de Seguridad Minera o los supervisores anotarán los tiros quedados, detectados, eliminados o sin eliminar dejando constancia de los mismos con el respaldo de su firma.

Art. 41.- Lugares para barrenar y diámetro de barrenos.- Las plataformas (tarimas) y lugares para barrenar deberán adecuarse de manera tal que no existan obstáculos que impidan trabajar a los operadores con normalidad.

Los huecos deberán ser barrenados con el diámetro apropiado, de manera que puedan insertarse sin dificultad los cartuchos de dinamita.

Art. 42.- Cargado de los barrenos.- El cargado de los barrenos se realizará únicamente con varas de madera o plástico endurecido, sin que por ningún motivo se pueda emplear herramienta metálica en la operación.

Art. 43.- Participación en voladuras.- En las voladuras siempre participarán dos personas, procurando que en las mismas intervenga el menor número de personas indispensables para efectuar el encendido.

Bajo ningún concepto se permitirá la presencia de personas extrañas a la operación.

Art. 44.- Distancia de seguridad y refugio.- En forma previa a que se efectúe la voladura de frente, el Previsionista de Riesgos Mineros, el Monitor de Seguridad o el supervisor, determinarán los trabajos que deban interrumpirse cuando se vaya a disparar, estableciendo el refugio en el cual se protegerá el personal último en abandonar el lugar de la voladura.

Art. 45.- Vigilancia durante la voladura.- Antes de que se efectúe el disparo, las vías de acceso al lugar en que se vaya a producir, deberán estar vigiladas por un trabajador perfectamente instruido en sus funciones y designado para el efecto.

El vigía, previo al encendido recorrerá los correspondientes lugares de trabajo de la mina alertando al personal sobre el próximo disparo y prohibiendo el acceso al lugar de voladura.

Luego de la voladura, el personal no podrá reingresar al de trabajo sino una vez que se haya ventilado, lavado y acunado suficientemente.

Ninguna persona podrá retornar al frente de trabajo desde el refugio o distancia segura sin autorización del vigía, que la dará anunciándola con las señales convenidas.

Art. 46.- Encendido de los tiros.- Al momento de encendido de los tiros que debe efectuarse a una hora determinada, el encargado de esta labor siempre estará acompañado por un ayudante. Estas mismas condiciones se observarán en caso de requerirse un encendido adicional para un mayor fracturamiento del material (cachorro).

Art. 47.- Voladuras eléctricas.- Sin perjuicio del instructivo que emita la Dirección Nacional de Minería para las voladuras eléctricas, los titulares de derechos mineros deberán contar con normas internas que regulen esta actividad y garantizar la seguridad en sus operaciones.

Art. 48.- Voladuras con cordón detonante.- El manejo y almacenaje del cordón detonante (especial, reforzado o económico) debe efectuarse de igual modo que todos los explosivos. Se recomienda almacenarlo en polvorín, para dinamita.

Al realizar el cargado de los barrenos las conexiones entre líneas troncales con líneas de barreno se deben tomar las debidas precauciones para evitar impactos accidentales con rocas y otros objetos pesados.

Las conexiones deben realizarse con nudos fuertemente apretados (llano, trébol, lazada o especial de trébol) o con conectores apropiados y bajo supervisión permanente del Previsionista de Riesgos o de los Monitores de Seguridad. Además es indispensable que las conexiones se conserven en ángulos rectos.

Los fulminantes no deben sujetarse al cordón detonante hasta que se hayan terminado todas las otras preparaciones y la voladura este lista para dispararse. El extremo del cordón detonante al que están sujetos los fulminantes es indispensable que se encuentre seco, caso contrario debe utilizarse cebo especial.

CAPITULO X

DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

Art. 55.- Instalaciones eléctricas.- Las instalaciones eléctricas en las labores mineras, deberán ser efectuadas por personal competente y especializado.

Art. 56.- Reparación de motores.- Para la reparación de motores o circuitos eléctricos accionados por un interruptor, dicho interruptor deberá estar completamente asegurado, si el trabajo tiene que cumplirse en circuito energizado se deberá tomar todas las precauciones que esa clase de labores requiere. Por ninguna circunstancia se trabajara en circuitos energizados en lugares en los que se almacenen explosivos o la atmósfera sea inflamable.

Art. 57.- Conexión a tierra.- Las partes metálicas de las instalaciones eléctricas tales como armazones de motores, transformadores, generadores, cajas de conexión, tableros, etc., deberán estar conectadas a tierra.

Art. 68.- Registros.- Los titulares de derechos mineros deberán mantener registros, tanto de las inspecciones, control y mantenimiento de los equipos e instalaciones principales, como del personal autorizado para intervenir en dichas instalaciones. Dichos registros deberán estar a disposición de la Dirección Regional de Minería correspondiente, cuando así se lo requiera.

Art. 69.- Letreros de advertencia.- Se colocarán letreros de advertencia, de material no inflamable, en las instalaciones que impliquen riesgos eléctricos, particularmente en transformadores, interruptores y líneas de alta tensión.

Art. 70.- Verificación en redes.- En las redes eléctricas deberá verificarse por lo menos cada dos meses, las siguientes condiciones:

- a. La firmeza de los soportes de los conductores;
- b. El estado de los elementos de montaje de los conductores y soportes, tales como grapas, aisladores, conectores, amortiguadores, etc.;
- c. El estado de las protecciones; y,
- d. El estado mecánico y eléctrico de las instalaciones y sus protecciones.

Art. 71.- Mantenimiento de cables flexibles.- Los cables flexibles de las instalaciones eléctricas en las operaciones mineras, deberán mantenerse constantemente apartados de las aristas cortantes y de las piezas o equipos en movimiento, evitándose además tensiones excesivas.

Art. 72.- Impedimento de contacto.- Deberá impedirse todo contacto accidental con los elementos energizados de una instalación o equipo cuya tensión sea superior a 50 V., emplazándolos en lugares fuera del alcance del personal, interponiendo obstáculos eficaces o protegiéndolos con envolventes.

Art. 73.- Ubicación de conductores.- Los conductores que crucen áreas de tránsito de personal deberán estar ubicados por lo menos a 2,10 m. sobre el nivel del piso o deberán estar instalados bajo tierra.

Art. 74.- Empalmes de los conductores.- Los empalmes de los conductores deberán estar asegurados por soldaduras o conectores mecánicos, de manera que la unión sea por lo menos igual a la conductividad y soporte el esfuerzo de tracción del conductor. Dichos empalmes estarán adecuadamente cubiertos con un aislamiento por lo menos equivalente al del conductor que tenga mayor aislamiento.

Los conductores y elementos instalados en las locomotoras eléctricas deben estar protegidos contra el deterioro de sus aislamientos, debido al ácido, calor u otras causas.

Art. 75.- Inspección de locomotoras eléctricas.- Por lo menos una vez a la semana se efectuará una inspección a las locomotoras eléctricas y otras instalaciones móviles, por parte de personal expresamente designado para el efecto y especializado en esa clase de actividades.

CAPITULO XI

DE LA SEGURIDAD EN ACTIVIDADES DE SUPERFICIE

Art. 76.- Remoción de materiales de desecho.- Se deberán remover de los lugares de trabajo y depositar en sitios debidamente adecuados, todos los materiales de desecho que puedan representar riesgos de accidentes, incendios, bloqueos, caídas, cortes, etc.

Art. 77.- Operación de la locomotora.- Ninguna persona podrá operar una locomotora sin estar capacitado para el efecto y o sin contar con la autorización para así hacerlo.

Art. 78.- Prohibición al personal durante el transporte.- Se prohíbe al personal que sea transportado en un móvil sobre rieles, viajar en su pisadera o peldaños o que su campo sobresalga de los límites físicos de dicho móvil. De igual manera se prohíbe que el personal lleve consigo equipos o herramientas en posición tal que sobrepase los límites físicos del carro.

Art. 79.- Protección de la intemperie.- Cuando por la naturaleza de las operaciones, los trabajadores deban permanecer en los patios en forma estable, estos deberán estar adecuadamente protegidos de la intemperie.

Art. 80.- Velocidad de transporte.- La velocidad de transporte de las locomotoras será determinada técnicamente por la administración de las operaciones mineras y estará sujeta a la observación de las Direcciones Regionales de Minería. Tal velocidad deberá señalarse en letreros a lo largo de la vía.

Art. 81.- Transporte de personal en carros.- Para el transporte de personal en carros de volteo sobre rieles se tomarán las siguientes precauciones:

- a. No se permitirá el transporte de personas en carros de volteo u otros en que se este transportando simultáneamente mineral y explosivos, quedando prohibido además subirse a los carros en movimiento; y,
- b. El encargado del transporte verificará tanto a la ida, como al regreso, que en todos los carros en movimiento funcionen los seguros contra volteo.

Art. 82.- Protección de máquinas.- Los elementos de protección y defensas de máquinas no deberán retirarse de las mismas, excepto en casos de reparación, mantenimiento o lubricación. Al término de estas labores las protecciones deberán reponerse de inmediato.

En el evento de no ser factible paralizar la maquinaria o el equipo para su lubricación deberá utilizarse en todo caso, lubricadores de extensión.

Art. 83.- Seguridad en tanques de aire.- Los tanques de aire comprimido (pulmones) deben tener válvulas y purgas adecuadas. Cada tanque de aire comprimido que sea alimentado desde un compresor y cuya presión de aire suministrado fuera superior al de resistencia máxima del tanque, deberá estar provisto de una válvula de reducción de presión y de otra de seguridad, las cuales deberán probarse periódicamente.

Se prohíbe la operación de tanques cuyo diseño y construcción no garantice el riesgo de estallido por sobre presión.

Art. 84.- Prevención de incendios.- A fin de evitar incendios, los titulares de derechos mineros, deberán prever las siguientes acciones mínimas:

a. Contar con los elementos e instalaciones de extinción de incendios, los que deberán ser inspeccionados y probados mensualmente; b. Desarrollar e implantar un programa de entrenamiento para su personal en técnicas de prevención y control de incendios;

c. Establecer normas para el almacenamiento, uso, manejo y transporte de líquidos inflamables y combustibles que se empleen en las labores mineras;

d. Inspeccionar periódicamente las instalaciones a fin de controlar o al menos minimizar las posibilidades de incendio;

e. Verificar que los cilindros de gases utilizados en soldadura, estén limpios de aceite y grasa y alejados de fuentes de calor; y,

f. Contar con salidas de emergencia libres de obstáculos, debidamente señalizados en los edificios o instalaciones con riesgo de incendio.

Art. 85.- Almacenamiento de combustibles.- Los materiales de fácil combustión y los combustibles deben almacenarse en bodegas especialmente diseñadas para el efecto, las que estarán ubicadas a no menos de quince metros del edificio más próximo.

Los muros exteriores de tales bodegas deberán ser resistentes al fuego y en las proximidades a los depósitos de combustibles, habrá de colocarse letreros con la advertencia de "No fumar".

Art. 86.- Dispositivos en plantas.- Todas las plantas de beneficio de minerales que en sus operaciones empleen métodos hidrometalúrgicos, de cianuración o electrolíticos, deberán contar con los dispositivos necesarios para evitar que se concentren gases en la atmósfera en concentraciones mayores a las permitidas en el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.

Art. 87.- Protecciones individuales.- Los titulares de concesiones de explotación o de autorizaciones para el funcionamiento de plantas de beneficio deberán adoptar las medidas necesarias para evitar los efectos de desbordes o salpicaduras de soluciones tóxicas o líquidos cáusticos, proporcionando a los trabajadores las protecciones individuales que requieran.

Art. 88.- Barandas y carteles.- Los tanques, panchucas, o espesadores en los que se traten pulpas o se depositen líquidos, estarán provistos de barandas que impidan la caída del personal en ellos. Iguales dispositivos deberán instalarse en plataformas, pasarelas, puentes o escaleras fijas que sobrepasen el 1,5 m. desde el nivel del piso. Además, deberán colocarse carteles con los cuales se advierta del peligro que representan dichas instalaciones.

Art. 89.- Precauciones en tanques.- Ninguna persona podrá trabajar en el interior de un tanque, mientras no se haya verificado la inexistencia de sustancias tóxicas, asfixiantes o explosivas. En caso de que las necesidades del trabajo lo exijan, podrán autorizarse tales labores, siempre y cuando se hayan establecido procedimientos seguros para esas labores.

Art. 90.- Soluciones acuosas.- En los lugares en los cuales se viertan soluciones acuosas transparentes e incoloras, se advertirá del peligro de beberlas, mediante letreros de prevención e instrucción al personal sobre ese riesgo.

Art. 91.- Botiquines.- En cada planta de beneficio deberán existir botiquines especiales provistos de antídotos contra el envenenamiento por gases o líquidos (cianuro) y demás sustancias que se produzcan en el tratamiento del mineral, botiquines estos que deberán instalarse en lugares seguros, accesibles y con las correspondientes instrucciones para su uso.

Además deberán contar con servicio de duchas en lugares muy cercanos a los recipientes que contengan líquidos, ácidos o cáusticos, de tal manera que el personal afectado por salpicaduras acuda con mucha facilidad a ellas.

Art. 92.- Evacuación de gases y uso de retortas.- En los locales en los que se realice la refinación de barras metálicas con ácido nítrico será indispensable evacuar los gases residuales del proceso, mediante el uso de sorbona (venturi), u otro equipo diseñado para la evacuación de gases.

De igual manera, en el proceso de recuperación de oro por amalgamación, será obligatorio el uso de retortas.

CAPITULO XII

DE LAS ACTIVIDADES MINERAS A CIELO ABIERTO Y CANTERAS

Art. 93.- Planificación de la explotación.- Los concesionarios, con el apoyo en los estudios técnicos correspondientes, deberán establecer las normas de planificación de la explotación en altura de bancos, gradiente de rampas, talud de bancos, anchos mínimos, bermas, posición de canchas de desmontes, las que serán verificadas y autorizadas por las correspondientes Direcciones Regionales de Minería.

De igual manera se deberá respaldar la determinación del talud máximo permitido de los bancos y el talud final de la mina a tajo abierto, (diseño de la liquidación de la cantera).

En todo caso se deberá cercar y señalizar la mina a tajo abierto, para evitar que personas ajenas a las labores accedan inadvertidamente al área de trabajo.

Art. 94.- *Altura de los bancos.*- En las labores a tajo abierto y en las canteras se controlará que los bancos no superen la altura máxima de diseño. Al pie de cada banco deberá dejarse una superficie horizontal, con ancho suficiente a fin de que los trabajos se realicen en forma segura y que a la vez permita la circulación del personal y del equipo.

El ancho mínimo del banco será el necesario para conseguir el talud final calculado. Las laderas de los tajos, no deberán tener taludes o pendientes de inclinación superiores a las del ángulo de reposo de la roca o material in situ.

Art. 95.- *Altura de bancos y espesor de materiales no consolidados.*- En las explotaciones de arcilla, arena, grava u otros materiales no consolidados, en las que se emplee equipo mecánico, la altura de los bancos no excederá los tres metros.

Art. 96.- *Revisión de frentes de explotación.*- Los frentes de explotación y las paredes que circunden los lugares de trabajo deberán ser regularmente revisados a fin de evitar accidentes por desprendimientos de rocas.

Art. 97.- *Acunadura de los bloques.*- La acunadura de los bloques de roca estará a cargo de personal entrenado y provisto de barretillas de acunadura y cinturones de seguridad. La acunadura se iniciará desde arriba en los taludes y por el costado de los bloques a desprender.

En las explotaciones de mayor magnitud, este sostenimiento se podrá efectuar con equipo mecanizado.

Art. 98.- *Perforación húmeda.*- La perforación deberá ser húmeda, empleando agua, para evitar que el polvo perjudique a los trabajadores y al ambiente aledaño. En caso contrario se deberá hacer en seco, con equipos que dispongan de captación de polvo automática en la cual, el polvo recogido, de ninguna forma pase al aire.

Art. 99.- *Hora de los disparos.*- Los disparos serán efectuados en forma coordinada, con advertencia mediante bocinas o sirenas, siempre a la misma hora, de preferencia a fin de turno, previa verificación de que todo el personal haya abandonado la zona de riesgo de disparo y comprobación de que el mismo y el equipo se encuentren en lugares seguros.

De igual modo una vez efectuada la voladura se procederá a verificar que la detonación programada haya ocurrido completamente, para luego dar paso al retiro de los vigías.

Art. 100.- *Diseño de los botaderos.*- Se incluirá en el proyecto, cuando corresponda, el diseño de los botaderos, es decir, de los desechos sólidos, considerando medidas de seguridad para no afectar al personal, a causa de derrumbes. Para el efecto, se considerará la consistencia del terreno para la ubicación de los materiales; el ángulo del talud para que sea estable después del agotamiento del depósito; y, el adecuado drenaje natural, para evitar el anegamiento.

Art. 101.- *Precauciones en el vaciado.*- Se preparará un lomo de material que actúe de retención y punto de referencia para los camiones que vaciarán el material en el botadero. En caso de operaciones nocturnas, se deberá contar con un ayudante que indique al operador del camión, el punto donde deberá realizarse el vaciado. El ayudante dispondrá de iluminación personal y chaleco reflectante.

Art. 102.- *Implementos personales de seguridad.*- Los titulares de derechos mineros deberán proveer gratuitamente al personal que trabaje a tajo abierto o cantera, de casco de seguridad, protector visual y zapatos de seguridad, los que deberán ser de uso obligatorio.

Art. 103.- *Control de polvo.*- Deberán adoptarse medidas adecuadas para mantener las emanaciones de polvo respirable, dentro de la norma vigente, tanto dentro del área de trabajo del tajo abierto o cantera, como en el ambiente circundante.