

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

HD 380
P3
C.2.



PROPUESTA PARA LA RECUPERACIÓN DE ÁREAS INTERVENIDAS POR ACCIÓN DE
LA MINERÍA DIAMANTIFERA, MUNICIPIO AUTÓNOMO CEDEÑO, ESTADO BOLÍVAR
(Informe de pasantía, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Forestal)

DONACION

21 JUL 2004

Realizado por:
Br. Paredes S. Elberth J.
Asesores Académicos:
Prof. Savedra Silania
Prof. Garay Vicente

Mérida, Junio 2004

PRESENTACIÓN

La presente propuesta se efectuó durante el período comprendido entre los meses marzo y junio del año 2004 en la empresa “Unión Consolidada San Antonio” y “Asociación Minera Las Alicia” ubicadas en el Municipio Autónomo Cedeño, Estado Bolívar, con el objetivo de cumplir con los requisitos necesarios para optar por el título de Ingeniero Forestal.

La finalidad de este trabajo consiste en plantear propuestas como medidas de control y recuperación de áreas degradadas como consecuencia del aprovechamiento minero, específicamente de la extracción de diamantes. Para ello se contó con la asesoría de los profesores Ing. Forestal Silania Savedra e Ing. Forestal Vicente Garay, ambos catedráticos de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de los Andes. De igual manera, se contó con el apoyo y asesoramiento del personal técnico y directivo de dicha empresa.

www.bdigital.ula.ve

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso

A la Ilustre Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, por permitir mi formación como profesional.

A la Empresa “Unión Consolidada San Antonio” y “Asociación Minera Las Alicias”, por hacer realizable el trabajo de pasantía.

A los profesores Ing. Forestal Silania Saavedra, Ing. Forestal Vicente Garay e Ing. Forestal Arlene Suárez, por su valiosa orientación y colaboración en el trabajo de pasantía.

www.bdigital.ula.ve

DEDICATORIA

Recuerdo un lema que defino como la génesis de este logro y motivo de inspiración
de lo que ahora soy:

AMAR A DIOS

HONRAR A MIS PADRES

**SERLE ÚTIL A LA PATRIA. HOY COMO ESTUDIANTE Y MAÑANA
COMO CIUDADANO CULTO, DIGNO Y HONRADO PARA BENEFICIO Y
GRANDEZA DE NUESTRA NACIÓN.**

A mis padres y hermanos, quienes con su cariño y confianza han hecho posible la
finalización de mi carrera; a ellos les agradezco mi formación como profesional y
como ser humano.

A mis amigos, sobre todo a aquellos que de una u otra forma hicieron posible que
yo alcanzara la meta propuesta.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	i
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
CONTENIDO	
INDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	4
III. OBJETIVOS	
3.1. General	5
3.2. Específicos	5

CAPITULO II

IV. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	6
V. ASPECTOS GENERALES DE LA CONCESIÓN	
5.1. Marco legal	9
5.1.1. Disposiciones legales	9
5.1.2. Normativa ISO-14000 y el mejoramiento del ambiente	13
5.1.3. Normas ISO-14001 sistemas de gestión ambiental	14
5.2. Marco geográfico	15
5.2.1. Ubicación	15
5.2.2. Superficie	15
5.2.3. Vialidad y Accesibilidad	16
5.2.4. Clima	16
5.2.4.1. Precipitación	17
5.2.4.2. Temperatura	18
5.2.4.3. Evaporación	19
5.2.4.4. Humedad relativa	20
5.2.4.5. Radiación solar e Insolación	21
5.2.4.6. Vientos	22

5.2.5. Geología	22
5.2.6. Geomorfología	24
5.2.7. Hidrología	24
5.2.8. Suelos	25
5.2.9. Vegetación	28
5.3. Marco social	32

CAPITULO III

VI. DESCRIPCIÓN DEL APROVECHAMIENTO ALUVIONAL 34

6.1. Uso de monitores hidráulicos	35
6.2. Uso de surucas	36
6.3. Uso de palas	37

VII. DESCRIPCIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE MANTOS DE KIMBERLITA 38

7.1. Aprovechamiento subterráneo	38
7.2. Aprovechamiento superficial	40
7.3. Uso de equipos y maquinaria industrial	42

CAPITULO IV

VIII. MATERIALES Y METODOS

8.1. Materiales y equipos	43
8.2. Metodología	43
8.2.1. Metodología de campo	43
8.2.2. Metodología de oficina	46

CAPITULO V

IX. ANÁLISIS Y RESULTADOS 47

9.1. Daños a la vegetación	48
9.2. Daños al suelo	48
9.3. Daños al agua	49
9.4. Daños a la fauna	49

CAPITULO VI

X. ACTIVIDADES DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL	50
10.1. Identificación de las áreas intervenidas	51
10.2. Características de las áreas afectadas	52
10.3. Propuestas para la recuperación	54
10.4. Medidas de recuperación	59
10.5. Establecimiento de la recuperación	62
10.6. Recursos humanos	64

CAPITULO VII

XI. CONCLUSIONES	67
XII. RECOMENDACIONES	68
XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	69
XIV. ANEXOS	72

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Precipitación promedio mensual (mm) <i>“La Candelaria”, “Hato La Cerbatana” y “Las Alicias”</i> (Periodo 1969 – 1996)	18
Cuadro 2. Temperaturas Medias (° C)	19
Cuadro 3. Promedio mensual de Humedad Relativa (%) “San Antonio” y “Las Alicias”	20
Cuadro 4. Promedio mensual de Insolación (hora/mes) “Hato La Cerbatana”	21
Cuadro 5. Unidades de suelos identificados “San Antonio” y “Las Alicias”	28
Cuadro 6. Tipos de Vegetación “San Antonio” y “Las Alicias”	32

www.bdigital.ula.ve

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista aérea de la diatrema kimberlítica de la mina Finish en Sudáfrica	7
Figura 2. Esquema de explotación subterránea de una diatrema kimberlítica	39
Figura 3. Esquema de la minería de contorno	41
Figura 4. Ejemplo de un canal de desviación estándar	55
Figura 5. Ejemplo de un canal transversal simple	56
Figura 6. Ejemplo de un tratamiento con fajinas	57
Figura 7. Ejemplo de una malla tipo Raschel	58
Figura 8. Ejemplo de una hidrosiembra	59
Diseño <i>Arboretum</i> Campamento Las Alicia	66
Mapa Ubicación regional	73
Mapa Vialidad, drenaje y topografía de “San Antonio”	74
Mapa Hidrográfico y geográfico “Las Alicia	75
Mapa Geológico general	76
Mapa Hidrología local	77
Mapa Suelo “Las Alicia	78
Mapa Suelos “San Antonio”	79
Mapa Distribución de vegetación en “Las Alicia	80
Mapa Distribución de vegetación “Las Alicia	81
Figura 9. Descripción del aprovechamiento aluvional	82
Figura 10. Daños a la vegetación	83
Figura 11. Daños al suelo	84
Figura 12. Daños al agua	85

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN

La dinámica de la actividad minera en todas sus facetas provoca cambios físicos obligatorios al medio donde se desarrolla; estos a su vez originan otros de índole biológico y químico, causando efectos heterogéneos en los elementos que los conforman, (Rincón, 2001).

Entre los principales problemas ambientales que confronta Venezuela, se encuentran los producidos por las explotaciones mineras. El Estado Bolívar es conocido por sus inmensas riquezas, tanto en el campo forestal como en el minero.

En el entorno minero se extraen los siguientes minerales: oro, diamante, hierro, aluminio (bauxita), carbón, entre otros. Cabe destacar que las explotaciones mineras varían de acuerdo al tipo de mineral que se extraiga, y generalmente estas explotaciones se realizan a cielo abierto y traen consigo diferentes formas de degradación del ambiente.

A finales de los años 60 comenzaron las actividades de exploración y explotación de minerales preciosos en nuestro país, mediante la modalidad de “Libre Aprovechamiento”, a raíz de esta situación el paisaje natural se encuentra en continuos cambios, que van desde la eliminación de toda la cobertura vegetal autóctona, hasta la modificación de la topografía.

La degradación del ambiente es uno de los factores más influyentes en este trabajo, tanto es así, que se pretenden elaborar propuestas que ayuden y/o faciliten la recuperación de las áreas que han sido afectadas de alguna forma por la minería diamantífera; estas áreas se encuentran localizadas en la micro-cuenca “La Quebrada Grande”, Municipio Autónomo Cedeño, Estado Bolívar.

Aunque el deterioro de la minería es notorio, la preocupación por restaurarlo no es necesariamente de la que los causaron, por ende los esfuerzos que se han realizado para la recuperación son aislados y la información con que se cuenta es muy vaga, trayendo como consecuencia la falta de conocimiento en cuanto al porcentaje de áreas plantadas, el grado de recuperación de los ecosistemas afectados; en fin, no se cuenta con los datos necesarios que permitan evaluar los resultados que se han obtenido hasta ahora, (SERFOREYCO, 1995).

Los proyectos de recuperación de áreas degradadas por la actividad minera, no deben concebirse como programas o establecimiento de plantaciones comerciales, sino como la preparación y/o acondicionamiento de las áreas, principalmente el mejoramiento de las condiciones del suelo, para que estas ayuden o favorezcan la recuperación natural o inducida.

En el proceso de extracción del diamante no se usa ningún tipo de agente químico o de aditivo que perjudique a los mineros o al ambiente; caso contrario a la extracción de oro; como en las minas de oro de El Callao (Estado Bolívar), en donde se utiliza el mercurio para el proceso de extracción del mineral.

El mercurio es altamente venenoso, su uso indiscriminado ha contaminado las aguas del río Yuruarí y los suelos que se encuentran alrededor de la mina. Otro aspecto negativo de la utilización del mercurio en la explotación del oro es que afecta la salud de las personas que están en contacto con él, ocasionando problemas en la piel y en el sistema nervioso.

Entre los principales efectos negativos de la extracción diamantífera se encuentran: la eliminación de la cobertura vegetal, remoción del suelo, aporte de sedimentos a los ríos, pérdida de ecosistemas, entre otros.

El desconocimiento de métodos y de especies apropiadas para la recuperación de estas áreas encabeza una situación que tiende a generalizarse y amenaza con empobrecer todas las zonas que sean intervenidas con ese fin.

Las áreas que han sido afectadas por la minería artesanal se encuentran situadas aproximadamente a 150 Km. al Sur-Este de Caicara del Orinoco, con dos poblados mineros: El primero es “El Milagro” (ubicado en la concesión San Antonio) y el segundo es “La Salvación” (ubicado en la concesión Las Alicias). La movilización hacia estas áreas puede hacerse a través de vehículos rústicos o en avioneta, (Rodríguez, 1998).

Las empresas Unión Consolidada San Antonio y Asociación Minera Las Alicias trabajarán en forma conjunta en el desarrollo de una minería de veta de diamante ubicado en las parcelas “San Antonio” y “Las Alicias”, (Vielma Graffe, 1999).

Estas parcelas tienen una superficie aproximada de seis mil ciento cinco hectáreas (6.105 ha), de las cuales 400 ha estarán destinadas para el proyecto, y dentro de estas serán afectadas con la explotación minera unas 122.4 ha. Una vez que se vean afectadas estas áreas se tendrá que cumplir con lo contemplado en el Decreto N° 1.659 del 05 de junio de 1.991 (publicado en la Gaceta Oficial N° 34.808 de fecha 27/09/91), el cual hace mención que se debe recuperar o repoblar entre el 5% y el 12% del área afectada, (Vielma Graffe, 2000).

II. JUSTIFICACIÓN

El problema ecológico y la crisis ambiental surgen del hecho de que los seres humanos pueden intervenir activamente los recursos para satisfacer sus necesidades, y a través de ello, están causando gran daño al medio y a todos los seres vivos que dependen del mismo.

La actividad minera ha deteriorado significativamente diferentes áreas del estado Bolívar, en virtud del alto poder destructivo de los métodos convencionales de aprovechamiento, (Monsalve, 1985).

El proceso de extracción del mineral lleva consigo una modificación del ambiente, tanto es así, que produce cambios significativos en el balance del agua a través de la infiltración y la escorrentía, debido a la modificación del suelo y la vegetación, (Padilla, 2003). Esto ocasiona serios problemas respecto a la pérdida de nutrientes y estructura del suelo, dificultando el enraizamiento y desarrollo de la regeneración natural.

Hasta el momento el resultado del aprovechamiento del diamante se ha caracterizado por la presencia de huecos, barrancos y áreas degradadas; producto de la destrucción de hábitats de la fauna silvestre, empobrecimiento de los suelos, contaminación de los cuerpos de agua, entre otros.

Por tales motivos es importante el desarrollo de propuestas y programas que, como el presente, procuren conseguir métodos y especies adecuadas que ayuden a la regeneración natural o inducida de la vegetación, basado en el rápido crecimiento y en la mayor efectividad en el aporte de materia orgánica, ayudando así a enriquecer los suelos, disminuyendo el aporte de sedimentos a los ríos y quebradas, permitiendo de esta manera la recuperación de los bosques de galería (zonas ribereñas).

III. OBJETIVOS

3.1. General

- Elaborar propuesta para la recuperación de áreas afectadas por minería diamantífera tanto artesanal como industrializada, localizada en el Municipio Autónomo Cedeño, Estado Bolívar.

3.2. Específicos

- Seleccionar especies arbóreas que sean capaces de adaptarse a las áreas que se encuentren afectadas por la minería.
- Diseñar una plantación que sea capaz de ofrecer mayor rendimiento, en el acondicionamiento de los suelos.
- Elaborar técnicas de recuperación que se puedan adaptar a áreas explotadas o degradadas por acción antrópica.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO II

IV. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La palabra “diamante” proviene del griego *adamas* o *adamantem*, que significa “el invencible”. En efecto, ha sido utilizado con frecuencia para simbolizar lo eterno e infinito. Además, antiguamente se le conferían toda clase de poderes extraños.

(<http://es.wikipedia.org/wiki/Diamante.html>. Junio 17, 2004)

Es probable que el diamante haya sido descubierto en la India, alrededor del año 800 A.C.

Hasta 1725, las famosas minas de Golconda (la única ciudad de mercado de diamantes) constituían las fuentes de explotación existentes. En realidad, las piedras venían de diferentes explotaciones de la región. Una pequeña cantidad provenía también de Kalimantan (Borneo).

La fuente volcánica primaria de estos diamantes nunca se descubrió, sin embargo, durante casi 2500 años, el sub-continente fue el único productor, ya que los yacimientos aluviales fueron lo suficientemente ricos como para abastecer el mercado mundial hasta el siglo XVIII.

Ciertas exploraciones en la región de Kimberley revelaron antiguas “chimeneas” volcánicas llenas de un tipo de roca hasta entonces desconocida que contenía diamantes. Esta roca, una variedad de peridotita, fue llamada “kimberlita” por la región en que fue descubierta y se considera como la fuente primaria de diamantes.

En 1889, Cecil Rhodes y Barney Barnato agruparon algunas concesiones individuales que poseían en Sudáfrica uniendo sus intereses y fundaron la **De Beers Consolidated Mines Ltd.** Así instituyeron un monopolio que existe hasta nuestros días.



Figura 1. Vista aérea de la diatrema kimberlítica de la mina Finish en Sudáfrica

La famosa mina de Argyle produjo 42 millones de quilates en 1994 y otras chimeneas descubiertas en la misma región se están evaluando. La mina de Argyle es muy conocida por el elevado porcentaje de piedras amarillas y marrones, mejor conocidas como diamantes “Champagne” y “Cognac”, pero también por su constante producción de piedras que van del rosado al rojo. Estas últimas son talladas y vendidas en subastas privadas, conocidas como “tenders”. Existen presentaciones anuales en Nueva York, Sydney, Hong Kong, Tokio, Londres y Ginebra. Estos diamantes pesan aproximadamente un quilate, su precio alcanza generalmente los 100.000 dólares por quilate y son sumamente raros.

(<http://www.gemsbrokers.org/spanish/diamante.html>. Junio 17, 2004)

La historia de nuestro país como productor de oro se remonta a los años 1822 – 1826, ésta fue la época esplendorosa de “El Callao”, cuando se constituyó en el primer productor de oro del mundo.

Las explotaciones diamantíferas se originaron a partir de 1925, cuando se le atribuye al señor Lucas Fernández, fundador de “Santa Elena de Uairén”, el descubrimiento de preciosos metales en un curso de agua que desde entonces se le conoce como

“Quebrada de Peña”, de la que trajo 4 kilos de oro y sesenta quilates de diamante; contribuyendo entonces, la búsqueda del metal amarillo en el descubrimiento simultáneo de la presencia de diamantes en la región. El diamante más grande encontrado en nuestro país fue en la Paragua y a este se le llamó “El Libertador”.

La zona de Guaniamo se incorpora en fecha mucho más reciente, es decir, a partir de 1967 - 1969, cuando se aventuran grupos de mineros a incursionar en la actividad bajo la modalidad de “Libre Aprovechamiento”, la cual fue eliminada por la política de concesiones mineras establecidas en el decreto N° 2.039 de fecha 15-02-77, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 31.175 de la misma fecha, al cual se acogieron la mayor parte de estos mismos trabajadores, que se organizaron para poder optar por concesiones en los mismos espacios donde iniciaron y ampliaron los frentes de trabajo, (SERFOREYCO, 1995).

www.bdigital.ula.ve

V. ASPECTOS GENERALES DE LA CONCESIÓN

5.1. Marco legal

Las parcelas “San Antonio” y “Las Alicia” fueron otorgadas bajo contrato por la Corporación Venezolana de Guayana a las empresas Unión Consolidada San Antonio C.A. y Asociación Minera Las Alicia C.A., en fecha 30-07-93.

“Reglamento parcial de la Ley Forestal de Suelos y de Aguas sobre repoblación forestal en explotaciones forestales”. Gaceta Oficial N° 34.808 de fecha 27 de septiembre de 1991. Decreto N° 1.659, (Guzmán, 2002).

El trabajo a ejecutar por dichas empresas deberá tener en cuenta las siguientes normativas:

5.1.1. Disposiciones legales

Ley Orgánica del Ambiente

Art. 16: “La guardería ambiental comprende el examen, la vigilancia y fiscalización de las actividades que directa e indirectamente puede incidir sobre el ambiente y velar por el cumplimiento de las disposiciones relativas, defensa y mejoramiento ambiental”.

Art. 20: “Se consideran actividades susceptibles de degradar el ambiente:

- Las que directa o indirectamente contaminan o deterioran el aire, el agua, los fondos marinos, el suelo, el subsuelo o incidan desfavorablemente sobre la flora y la fauna.
- Las alteraciones nocivas a la topografía.
- Las alteraciones nocivas al flujo natural de las aguas.
- Sedimentación de los cursos y depósitos de agua.

- Los cambios nocivos del lecho de las aguas.
- La introducción y utilización de productos y sustancias no biodegradables.
- Las que producen ruidos molestos y nocivos.
- Las que modifican el clima.
- Las que producen acciones ionizantes.
- Las que propenden a la acumulación, a la eutroficación de los lagos y lagunas.
- Cualesquiera de las actividades capaces de alterar los ecosistemas naturales e incidir negativamente sobre la salud y bienestar del hombre.”

Art. 21: “Las actividades susceptibles de degradar al ambiente en forma no reparable y que se consideran necesarias por cuanto reportan beneficios económicos o sociales evidentes, sólo podrán ser autorizados si se establecen garantías, procedimientos y normas para su corrección. En el acto de autorización se establecerán las condiciones, limitaciones y restricciones que sean pertinentes.”

Ley Forestal de Suelos y Aguas

Art. 34: “La actividad que implique destrucción de vegetación de dominio público o de propiedad privada, solamente podrá efectuarse con la previa autorización del Ministerio del Ambiente, en la forma que lo determine el reglamento”.

Ley Penal del Ambiente

Art. 1: “La presente ley tiene por objeto tipificar como delitos aquellos hechos que violen las disposiciones relativas a la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, y establece las acciones penales correspondientes. Así mismo, determina las medidas precautelativas, de restitución y reparación a que haya lugar”.

Esta ley contempla los siguientes delitos ambientales sobre la degradación, envenenamiento, contaminación y demás acciones o actividades capaces de causar daños al agua, suelo, aire, topografía y paisaje.

Art. 30: “El que cambie u obstruya el sistema de control, las escorrentías, el flujo de las aguas o el lecho natural de los ríos o provoque sedimentación de este, en contravención a las normas técnicas vigentes”.

Art. 32: “El que realice trabajos que puedan ocasionar daños, contaminación o alteración de aguas subterráneas o de las fuentes de aguas minerales”.

Art. 43: “El que provoque la degradación o alteración nociva o deterioro de los suelos o cobertura vegetal; la topografía o el paisaje por actividades mineras, industriales, tecnológicas o de cualquier tipo, en contravención de los planes de ordenación del territorio y de las normas técnicas que rigen la materia”

Art. 46: “Contaminación por unidades de transporte. Los propietarios de vehículos, cuyas unidades de transporte terrestre, aéreo o marítimo generen contaminación atmosférica del aire o sónica, en contravención a las normas técnicas vigentes sobre la materia”.

Art. 47: “Degradación de la capa de ozono. El que viole con motivo de sus actividades económicas, las normas nacionales a los convenios, tratados o protocolos internacionales, suscritos por la República, para la protección de la capa de ozono del planeta”.

Art. 50: “Incendio de vegetación natural. El que provocare un incendio en selvas, bosques o cualquier área cubierta de vegetación natural”.

Art. 51: “Negativa de colaboración. El que se negare a colaborar en la facilitación de la extinción de incendios o entorpezca las labores que se realicen para tal actividad”.

Art. 52: “Negativa a informar. El que se niegue a transmitir gratuitamente y con carácter de emergencia las noticias, llamados e informaciones de las autoridades sobre incendios forestales”.

Art. 53: “Destrucción de vegetación en las vertientes que proveen de agua las poblaciones, aunque aquella pertenezca a particulares”, tomado de Hernández, 2002.

Ley de Minas

De conformidad con la habilitación otorgada al Presidente de la República para dictar medidas extraordinarias en materia económica y financiera requeridas por el interés público se dictó el **Decreto N° 295** con rango y fuerza de ley de Minas publicado en Gaceta Oficial N° 5.382 Extraordinario del 28 de septiembre de 1999 el cual deroga el régimen minero existente hasta el momento en virtud de la Ley de Minas de 1946.

Disposiciones fundamentales

El objeto de la Ley de Minas es la regulación de todo lo referente a minas y minerales existentes en el territorio nacional de cualquier origen o presentación, incluida su exploración y explotación.

A estos fines se declara expresamente que las minas o yacimientos minerales en el territorio nacional son bienes del dominio público y que la materia regulada por la Ley es de utilidad pública.

El Ejecutivo Nacional, por vía del Ministerio de Energía y Minas formará y mantendrá el inventario de los recursos mineros existentes en el territorio nacional y formulará los planes de exploración y aprovechamiento de los mismos, en este mismo sentido, todas las actividades mineras deberán llevarse a cabo con arreglo al principio del desarrollo sostenible, la conservación del ambiente y la ordenación del territorio.

Según la ley de Minas, la minería artesanal se caracteriza por el trabajo personal y directo en la explotación de oro y diamante de aluvión, mediante equipos manuales y simples con técnicas rudimentarias y sólo puede ser ejercida por los venezolanos. (<http://www.badellgrau.com/habiliminas.html>. Junio 17, 2004)

5.1.2. Normativa ISO-14000 y el mejoramiento del ambiente

El manejo ambiental no es muy diferente al manejo de cualquier otro aspecto de la empresa. El principio de planear, chequear, hacer, revisar, se aplica de igual forma tanto al ambiente como a los cambios en la producción.

Un Sistema de Gestión Ambiental requiere que la organización adopte un programa de mejoramiento ambiental continuo, siguiendo una secuencia lógica de pasos:

1. Llevar a cabo una revisión estratégica para identificar los asuntos ambientales que afecten el negocio.
2. Plantear objetivos y metas para minimizar estos impactos.
3. Medir el desempeño en el logro de las metas.
4. Revisar periódicamente la adecuación del problema.

Los Sistemas de Gestión Ambiental, pueden ser diseñados específicamente por la empresa, pero para lograr un reconocimiento y verificar el trabajo de ésta, los sistemas deberán ser comparados con estándares predefinidos. La ISO –14001 está siendo rápidamente aceptada en ese campo, como lo fue la ISO – 9000 cuando fue introducida como estándar para el manejo de la calidad.

La experiencia ha demostrado que, a pesar de que no existe una forma correcta o incorrecta de llevar a cabo el proceso de implementación, existen algunos principios claves que las organizaciones ignoran bajo su propio riesgo. Al no reconocer estos aspectos el sistema puede implementarse, pero su efectividad a largo plazo puede estar severamente comprometida. Estos aspectos son los siguientes:

- El compromiso de alta gerencia.
- Entrenamiento y surgimiento de la conciencia en el personal.
- La identificación y evaluación de los efectos ambientales.
- La creación de procedimientos basados en la practica actual, tomado de Rothery, 1996.

5.1.3. Normas ISO-14001 sistemas de gestión ambiental

Están constituidas por un grupo de normas que definen los elementos y requisitos de un Sistema de Gestión Ambiental, el cual posee documentos de especificación ambiental y un conjunto de guías que permiten la organización de empresas que deseen establecer un S.G.A.

Su éxito radica fundamentalmente en el compromiso de todos los niveles y funciones, especialmente de alta gerencia. Este método permite valorar si son efectivos los procedimientos para implantar una política ambiental, sus objetivos y metas, logrando cumplir con los mismos. La norma en sí, fomenta la protección ambiental y la prevención de la contaminación industrial.

La empresa tiene un objetivo determinado en el medio, lo que significa que sus efectos directos al medio ambiente son originados por la empresa, y sólo se sienten por medio de sus relaciones con la sociedad, por lo que requiere que esta intervenga antes de que la empresa viva la experiencia de la importancia de sus efectos sobre su salud comercial.

El aumento de las legislaciones ambientales y los métodos de control y vigilancia para su cumplimiento aseguran que las empresas estén obligadas a reducir la contaminación y los efectos perjudiciales al ambiente.

Los Sistemas de Gestión Ambiental se prestan como instrumentos que sirven a las empresas para identificar y evaluar los efectos ambientales que generan sus operaciones, también es importante acotar que se logran definir las operaciones que pueden ser enmendadas para mejorar el desempeño comercial y ambiental, (Brandon, 1997).

5.2. Marco geográfico

5.2.1. Ubicación

Las áreas bajo estudio se encuentran localizadas aproximadamente a 150 Km. al Sureste de Caicara del Orinoco, en el Valle de la Quebrada Grande a 06° 20` de Latitud Norte y 65° 45` de Longitud Oeste.

En la concesión “San Antonio” se encuentran los sectores Desayuno, La Peinilla, Los Indios Sur; en la parte central de la propiedad se encuentra el poblado minero El Milagro y en la concesión “Las Aliciaas” se encuentran los sectores La Ceniza, Área Veinticuatro (024), El Candado, Los Indios Norte y el poblado minero La Salvación, (Rodríguez, 1998).

Estas concesiones se encuentran ubicadas en el Municipio Autónomo Cedeño del Estado Bolívar, en el denominado triángulo diamantífero Guaniamo. Ver mapa de ubicación regional del proyecto “San Antonio” y “Las Aliciaas” en anexos.

V.2.2. Superficie

Las parcelas “San Antonio” y “Las Aliciaas” tienen una superficie de aproximadamente seis mil ciento cinco hectáreas (6105 ha), cedidas bajo contrato, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- La parcela de “San Antonio” tiene una superficie de 2880 hectáreas, repartidas a lo largo del Valle de La Quebrada Grande.
- La parcela de “Las Aliciaas” tiene una superficie de 3225 hectáreas, las cuales se encuentran también situadas en el Valle de La Quebrada Grande, El Candado y Puente Palo, (Rodríguez, 1998).

5.2.3. Vialidad y Accesibilidad

El acceso se logra por vía aérea en avionetas, se puede aterrizar en pistas de tierra, siendo las principales las del poblado minero de “La Salvación” y “El Diamante”. El acceso por vía terrestre se realiza con vehículos rústicos a través de la carretera que viene desde Caicara del Orinoco – Guaniamo, (SERFOREYCO, 1995).

En el área de la mina de los Indios se van a construir vías de acceso, partiendo desde Los Indios hacia el área 024, saliendo de las vías existentes a la altura de Resbalón. Todas las vías existentes se van a reconformar y ampliar para permitir el paso de vehículos pesados.

En total, será necesaria la construcción de 2 Km. de carretera para acceder a la mina desde la vía principal y mejorar los 3.2 Km. ya existentes, (Vielma Graffe, 1999).

Ver mapas de vialidad de las parcelas “San Antonio” y “Las Alicia” en anexos.

5.2.4. Clima

La zona de estudio se encuentra situada en la región de Guaniamo, y la misma no cuenta con estaciones climatológicas cercanas, por lo que se dificulta la veracidad de los resultados. En el caso de la precipitación se usaron los registros obtenidos de la Estación “La Candelaria” perteneciente al Ministerio del Ambiente, la misma esta situada a 150 msnm y se encuentra aproximadamente a unos 100 Km. al Norte del área.

En el campamento “Las Alicia” se han tomado los registros diarios de la precipitación, humedad relativa y la temperatura, y en el Hato la Cerbatana se llevan los registros diarios de insolación y precipitación. El campamento “Las Alicia” se encuentra ubicado en el lindero Sur de la parcela “Las Alicia” y el “Hato La Cerbatana” en el paso de la chalana sobre el río Guaniamo, a unos 30 Km. Oeste de “San Antonio”. Aunque los datos aportados por estas dos localidades no son oficiales,

ellos son de todas maneras una fuente importante de información climática local, (Vielma Graffe, 1999).

De acuerdo con la clasificación de las Zonas de Vida según el Dr. Leslie R. Holdridge, la zona de estudio se encuentra dentro de un clima de transición entre un Bosque Seco Tropical y Bosque Húmedo Premontano.

Se tomaron como referencia los registros de temperatura de la estación Puerto Ayacucho, la cual pertenece a la Fuerza Aérea Venezolana. Y está situada a 05° 36' de Latitud Norte y 67° 30' de Longitud Oeste, (SERFOREYCO, 1995).

5.2.4.1. Precipitación

La distribución espacial de la precipitación total media anual en la cuenca de Quebrada Grande, en el sector de Guaniamo varía entre 2000mm y 3000mm aumentando en dirección de Este a Oeste.

Existe una marcada estacionalidad en el área, el régimen pluviométrico es de tipo unimodal, se registra un solo máximo en el año, el cual ocurre en el mes de Junio (576mm). El período de lluvias va desde los meses de Abril hasta Noviembre, con un 90 % del total de la precipitación. La estación seca se manifiesta durante el transcurso de Diciembre a Marzo.

En el cuadro 1, que se muestra a continuación se pueden observar los datos de la precipitación, registrados en la estación "La Candelaria" con un periodo de 27 años, los cuales representan los años 1969 – 1996.

Cuadro 1. Precipitación promedio mensual (mm)

“La Candelaria”, “Hato La Cerbatana” y “Las Alicias”

(Periodo 1969 – 1996)

Mes	Hato La Cerbatana	Las Alicias	La Candelaria
Enero	25,29	7,00	19,4
Febrero	10,75	0,00	14,6
Marzo	28,37	70,00	19,6
Abril	51,00	215,00	79,3
Mayo	175,70	514,00	192,0
Junio	302,03	576,00	316,9
Julio	437,08	428,00	400,2
Agosto	317,84	391,00	346,0
Septiembre	181,16	68,00	216,5
Octubre	103,38	28,00	124,2
Noviembre	47,69	12,00	75,8
Diciembre	16,40	0,00	46,5

Fuente: Canteras El Toco, C.A y M.A.R.N. Dirección de Hidrología. 1998

5.2.4.2. Temperatura

El régimen térmico de la zona se tomó de la estación Puerto Ayacucho, de la que se transcriben las siguientes características:

La amplitud de oscilación media de todos los meses en la estación, es superior a 7,4 °C, siendo Marzo el mes que presenta mayor amplitud con 11,7 °C, como se muestra en el cuadro 2. La temperatura más baja registrada se ubica en el mes de Junio. Y las temperaturas más altas se ubican en los meses de Febrero y Marzo.

El comportamiento espacial de la temperatura media anual se determinó en función de la altitud, estimándose en la cuenca Quebrada Grande unos 30 - 32 °C.

Cuadro 2. Temperaturas Medias (° C)

Temperaturas	Mínima (°C)	Máxima (°C)
Temperatura media	25,3	29,4
Temperatura máxima media	30,1	35,8
Temperatura mínima media	22,3	27,5
Amplitud de oscilación	7,4	11,7

Fuente: Estación Puerto Ayacucho, Estado Amazonas.

5.2.4.3. Evaporación

La evaporación media anual registrada es de 1800 mm. Se estima que tenga un comportamiento anual bimodal, con un máximo principal en el mes de Marzo y un mínimo en el mes de Junio, donde se observa el valor mas bajo de evaporación, (Vielma Graffe, 1999).

Los datos que siguen a continuación corresponden a la estación Caicara del Orinoco, los cuales son representativos para la zona de estudio, presentan un valor máximo de 2763,8 mm, para el año 1973 y un valor mínimo 2029,4 mm correspondiente al año 1979. El valor medio para el periodo 1970 – 1987 es de 2337,7 mm.

Los valores máximos de evaporación media anual corresponden a los meses de Marzo y Abril con 268,9 mm 238,6 mm, respectivamente, siendo los meses de menor valor de evaporación Junio con 157,1 mm y Julio con 157,2 mm, (SERFOREYCO, 1995).

5.2.4.4. Humedad relativa

Los registros empleados en el análisis de este elemento climático pertenecen a los tomados en el Campamento Las Aliciaas. Los valores de humedad relativa medios estimados están entre el 80 % y 85 % aproximadamente.

El periodo de alta humedad ocurre en el lapso entre los meses de Junio y Septiembre, siendo Mayo el mes de menor humedad relativa, como lo muestra el cuadro 3.

Cuadro 3. Promedio mensual de Humedad Relativa (%)
"San Antonio" y "Las Aliciaas"

Mes	San Antonio y Las Aliciaas
Enero	86,75
Febrero	85,54
Marzo	83,28
Abril	86,41
Mayo	79,45
Junio	90,65
Julio	91,27
Agosto	90,32
Septiembre	90,69
Octubre	89,55
Noviembre	92,75
Diciembre	0,00

Fuente: Campamento Las Aliciaas, Canteras El Toco C.A

5.2.4.5. Radiación Solar e Insolación

La radiación solar media anual estimada es de aproximadamente unos 370 cal/cm²/día, por igual se supone que debe presentar un régimen anual bimodal, con un valor máximo principal en el mes de Marzo y el otro en el mes de Septiembre. El mínimo principal se obtiene en los meses de Junio y Diciembre.

La zona en estudio debe recibir un promedio diario de 6 horas sol, con un comportamiento anual bimodal, presentando un máximo principal en el mes de Marzo y el secundario en Diciembre, el mínimo principal se estima en el mes de Julio y Octubre, como se representa en el cuadro 4.

Cuadro 4. Promedio mensual de Insolación (hora/mes)

“Hato La Cerbatana”

Mes	Hato La Cerbatana
Enero	215,02
Febrero	197,13
Marzo	231,93
Abril	191,33
Mayo	167,21
Junio	143,77
Julio	118,85
Agosto	189,01
Septiembre	148,13
Octubre	132,78
Noviembre	187,47
Diciembre	221,28

Fuente: Campamento Las Alicias, Canteras El Toco C.A

5.2.4.6. Vientos

El régimen de los vientos en la zona de estudio, está determinado por los vientos alisios, la convergencia intertropical (TIC) y los efectos orográficos locales. Se estima que la dirección de los vientos es Este-Noreste, con velocidades bajas.

La mayor velocidad de los vientos es en la época comprendida entre Enero y Marzo y las más bajas se registran en los meses de Junio hasta Agosto, (Vielma Graffe, 1999).

Según los registros de la estación Puerto Ayacucho, la velocidad media anual de los vientos es de 5.2 Km/h, siendo el mes de Febrero el que presenta las velocidades más altas con un promedio de 8 Km/h, y las velocidades más bajas en los meses de Junio y Julio con 3.6 Km/h, (SERFOREYCO, 1995).

5.2.5. Geología

El área de Guaniamo, donde se localiza la zona de estudio, esta incluida en la Región de Guayana, la cual es una zona constituida por rocas muy antiguas de edad Precámbrica, denominada Escudo Guayanés, (Vielma Graffe, 1999).

En Venezuela, el escudo se ha dividido en cuatro provincias litotectónicas, las cuales comprenden: Imataca, Cuchivero, Pastora y Roraima, (Menéndez, 1968; Martín, 1972; Gibbs y Barron, 1993).

La Provincia de Imataca, esta localizada al Noreste del Estado Bolívar y se extiende desde el Río Caura al Delta del Orinoco, formando una franja de 500 Km. de largo por 65 a 130 Km. de ancho, en dirección NE-SW. Litológicamente esta constituida por gneises félsicos y máficos, anfibolitas, de cuerpos graníticos y formaciones de hierro, (Chase, 1965; Sosa, 1977), citado por Vielma Graffe, 1999.

La Provincia de Pastora, se encuentra localizada al Sur de la Provincia de Imataca y se halla separada de esta por las fallas del Gurí al Este y Santa Bárbara al Oeste. Se caracteriza por los cinturones de rocas verdes constituidos por rocas volcánicas félsicas y máficas, asociados a rocas sedimentarias y varios intrusivos ígneos, (Menéndez, 1968,1969).

La Provincia de Roraima, se extiende desde Surinam hasta Colombia, cubre un área aproximada de 450.000 Km². Se caracteriza por una secuencia de sedimentos continentales fluvio-deltaico-lacustres de gran espesor. Litológicamente está constituida por arcosas, areniscas, cuarcitas, conglomerados, lutitas y tobas vítreas. Está intrusionada por diques y sills de diabasas. Las rocas están ligeramente plegadas formando amplios anticlinales y sinclinales con ejes Norte-Sur.

La Provincia de Cuchivero, aflora al Oeste del Estado Bolívar y está constituida por rocas félsicas extrusivas e intrusivas. Litológicamente está constituida por riolitas, dacitas, ignimbritas, pórfidos graníticos, granitos y cantidades menores de rocas máficas (Según Ríos, 1969; Mendoza, 1972, 1974). Citado por Vielma Graffe, 1999.

En la parte occidental del Estado Bolívar la secuencia volcánica se ha denominado formación Caicara y las unidades intrusivas Granito de Santa Rosalía, Granito de Guaniamito y Granito de San Pedro, (Mendoza, 1972).

La formación Caicara, forma parte del Grupo Cuchivero, está compuesta principalmente por rocas extrusivas riolíticas con tobas asociadas, el granito de Guaniamito tiene zonas gneísicas bien definidas y los granitos masivos de Santa Rosalía y San Pedro. **Ver mapa geológico de las parcelas “San Antonio” y “Las Alicias” en anexos.**

5.2.6. Geomorfología

Se considera el área de Guaniamo dividida geomorfológicamente en dos sectores: el Sur, dominado por montañas de relieves bajos que van desde los 400 a 700 m., y el Norte, cubierto por llanuras de denudación que oscilan desde los 200 a 450 m, (Vielma Graffe, 1999).

Hacia el Este, dominan las filas alargadas de crestas, agudas y delgadas del granito de Santa Rosalía. Los afloramientos compuestos por gneís de Guaniamito, están cubiertos por suelos residuales y roca descompuesta, (SERFOREYCO, 1995).

Los tipos de relieves en la zona de estudio son: lomas, colinas, glacis y valles. Y como formas principales del terreno están las vertientes, planos inclinados y vegas.

5.2.7. Hidrología

El área de estudio se ubica en dos (2) sub-cuencas, la primera y más extensa pertenece a la cuenca del río Guaniamo y está representada por uno de sus principales tributarios, como lo es “La Quebrada Grande”, mientras que la segunda sub-cuenca vierte sus aguas hacia el río Cuchiverito y está representada por “La Quebrada de Puente Palo”.

La sub-cuenca de Quebrada Grande abarca una extensión de aproximadamente 5995 ha, en el área de las parcelas de “San Antonio” y “Las Alicia”. Este curso de agua de régimen permanente, confluye al río Guaniamo aproximadamente a 30 Km. al Nor-Oeste de la concesión.

El río Guaniamo nace en el Cerro Yavi y fluye con rumbo Nor-Oeste, hasta el sitio conocido como “Los Coquitos”, donde se desvía al Nor-Este hasta desembocar en el río Cuchivero, afluente del río Orinoco.

La sub-cuenca de la Quebrada Puente Palo abarca una extensión aproximada de “Las Alicias” de 150 ha. La Quebrada La Cerbatana confluye al río Cuchiverito a 3 Km, aproximadamente al Este de la parcela. El río Cuchiverito nace en la estribación Nor-Oeste de la Serranía de Maigualida y fluye con rumbo Norte, hasta encontrarse con el río Cuchivero, del cual es afluente.

La Quebrada Grande posee una pendiente del 2% y una altura promedio de 260 msnm durante 14 Km. Aproximadamente, tomado de Vielma Graffe, 1999. Paralelamente a ella se han desarrollado una serie de quebradas de longitud considerable, algunas por causas estructurales (fallas), como es el caso de la Quebrada “El Resbalón del Diablo” y otras por causas litológicas, como es el caso de la Quebrada “La Cuaima”, (SERFOREYCO, 1995).

Por la margen Este de la Quebrada Grande, se encuentran dos tributarios que son la Quebrada El Candado y la Quebrada 024, (Rodríguez, 1998). **Ver mapa de hidrología local de las parcelas “San Antonio” y “Las Alicias” en anexos.**

5.2.8. Suelos

Cabe recordar que la Guayana Venezolana se caracteriza por presentar suelos muy antiguos, en los que predominan los suelos del orden de los Entisoles, Oxisoles, Ultisoles e Histosoles, característicos de zonas tropicales, (Rodríguez, 1998).

En el área de estudio se identificaron cinco (5) unidades de suelos, los cuales a su vez están separados en dos (2) grandes grupos, de acuerdo a su origen geológico y se dividen en: **Suelos Residuales** y **Suelos Aluvionales**, ver cuadro 5.

Los Suelos Residuales, se caracterizan por presentarse en zonas de altiplanicie, con predominancia en lomas y colinas. Entre ellos se destacan los **Haplustults** que se encuentran en colinas y lomas, altas y bajas.

Los relieves de lomas y colinas altas, representan las mayores elevaciones topográficas de las parcelas de San Antonio y Las Aliciaas, que van desde los 300 hasta los 500 msnm, con pendientes superiores a 20%, característicos de acantilados, escarpes, entre otros.

Los suelos de esta unidad presentan limitaciones para uso agropecuario, fundamentalmente por las fuertes pendientes y alta susceptibilidad a la erosión laminar; son suelos frágiles y pobres en nutrientes como consecuencia de su poca profundidad.

Los relieves de lomas bajas se caracterizan por presentar suelos de poca a moderada profundidad, capacidad de intercambio catiónico (CIC) baja, pobreza de nutrientes y pendientes entre 16 y 20%, formando en algunos casos escarpes y bloques rocosos.

La capacidad de aprovechamiento de estos suelos es muy limitada, todo esto debido a las pendientes del terreno. Actualmente estos suelos están siendo trabajados por los habitantes de la zona, mediante el empleo de conucos.

Los suelos aluviales, se caracterizan por presentarse en zonas de sedimentación y en áreas con pendientes suaves menores a 8%, se encuentran en zonas de contacto entre las lomas bajas y valles, y también en las zonas planas a orillas de los cursos de agua. Estos suelos son: **Los Dystropts** y **Depósitos coluvio-aluviales** en valles y planicies.

Los Dystropts, se ubican generalmente en las partes marginales de las terrazas antiguas, es decir, en los rellenos de fondos de las quebradas, ocupando áreas muy pequeñas y estrechas. Estos suelos constituyen geomorfológicamente terrazas ligeramente onduladas.

Los suelos provenientes de **Depósitos Aluviales**, se caracterizan porque siempre están en continuos cambios a causa de la erosión de orilla; y por el transporte y mezclado de los materiales finos en suspensión, como consecuencia de la minería

artesanal. Estos suelos poseen pendientes menores a 5%, en donde no se aprecia su estructuración, constituida a la remoción y lavado de materiales para la obtención de **diamantes**.

Los suelos provenientes de **Depósitos Coluvio-Aluviales** están definidos por un conjunto de pequeños valles estrechos en forma de “V”; están formados a partir de material coluvial arrastrado por las quebradas. Se caracterizan por presentar materiales de cantos rodados y de mayor tamaño que los aluviales. Estos suelos están sometidos a continuos “relaves” por los mineros, lo que limita su uso para fines agropecuarios y cualquier otro aprovechamiento de tipo silvo-pastoril, (Vielma Graffe, 1999).

Estos suelos coluvio-aluviales se caracterizan por presentar colores que van desde rojo ladrillo hasta rosado, su espesor puede alcanzar los 10 m de profundidad. Sus tonalidades se deben al alto contenido de óxidos y arcillas que están presentes, (SERFOREYCO, 1995).

Cuadro 5. Unidades de suelos identificados
“San Antonio” y “Las Alicias”

Grupo	Unidad	Superficie	
		Ha	%
Suelos Residuales	Haplustults en lomas y colinas altas	3880	63,55
	Haplustults en lomas bajas	1028	16,84
Suelos Aluviales	Dystropepts en terrazas antiguas	44	0,72
	Depositos aluviales en planicies	618	10,09
	Depositos coluvio-aluvial en valles	537	8,80
	TOTAL	6105	100

Fuente: Canteras El Toco C.A y Salas, Francisco. 1998

Ver mapas de suelos de las parcelas “San Antonio” y “Las Alicias” en anexos.

5.2.9. Vegetación

Las parcelas “Las Alicias” y “San Antonio”, debido a las condiciones climáticas, edáficas e intervenciones antrópicas, presenta una variedad de aspectos fisonómicos, estructurales y de formas de vida, encontrándose desde bosques vírgenes hasta zonas sin vegetación.

La vegetación del área se caracteriza por presentar un carácter siempre verde, con algunos sectores o manchas de vegetación semi-decidua a decidua, como

consecuencia de strees hídrico y de las condiciones minerales de la zona, especialmente en aquellas áreas que presenten suelos poco profundos y pobres asociados a afloramientos rocosos, (Vielma Graffe, 1999).

Estructuralmente se presenta un bosque de altura media, predominando una cobertura densa del dosel, en aquellas zonas donde no existe intervención antrópica, asociado al bosque bajo en áreas superficiales con afloramientos rocosos, (SERFOREYCO, 1995).

Según la clasificación de Holdridge (Ewel et al, 1976) citado por Rodríguez, 1998, “Las Alicias” y “San Antonio” se encuentran en una zona de transición del Bosque Seco Tropical y el Bosque Húmedo Premontano, caracterizado por un período seco y húmedo marcado, con pisos altimétricos entre 50 – 800 msnm y temperaturas superiores a los 24 °C, (Rodríguez, 1998).

Según la clasificación Bioclimática de Pittier (1972) citado por Rodríguez, 1998, en el área de “Las Alicias” y “San Antonio” se presentan 3 zonas fitoambientales: Tropofito macrotérmico, en los valles y planicies de quebradas o partes más bajas del relieve; Ombrófilo macrotérmico, en lomas y colinas bajas y altas y por ultimo Ombrófilo sub-macrotérmico, en el pie de monte de la serranía de Maigualida.

Según el cuadro 6, la formación más representativa de toda el área es el Bosque medio denso, el cual ocupa el 38,09%, unido a esto se encuentran también zonas de Bosque bajo y sabanas, las cuales se derivan de la acción antrópica.

La formación de **Bosque medio denso**, presenta un dosel superior a 25 m, con árboles emergentes que alcanzan los 30 m de altura y la presencia de una estructura vertical bien definida, con un Sotobosque de cobertura media a rala, diámetros (DAP) menores de 30 cm y alturas entre 5 – 10 m. Esta formación es típica de suelos bien drenados, con pendientes moderadas y áreas poco intervenidas.

El primer estrato de esta formación boscosa, lo conforman individuos de 15 hasta 25 m de altura, con la presencia de árboles emergentes de alturas superiores a los 25 m. El segundo estrato lo conforman individuos entre 10 – 15 m, siendo común la presencia de bejucos y lianas.

Según los resultados del levantamiento de vegetación realizado por Rodríguez y Hernández (1998), las especies más abundantes de esta formación boscosa son: Mosqua, Guatora, Chicle, Majagua, Saladillo, Guamo y Anoncillo.

La formación de **Bosque bajo denso**, ocupa zonas con fuertes pendientes asociadas a suelos superficiales y con afloramientos rocosos. Está conformado por 2 estratos, el primero lo constituyen individuos de 10 – 15 m, con la presencia de árboles emergentes que pueden alcanzar los 20 m de altura. Esta formación ocupa el 30,20% del área total. Y el segundo estrato lo conforman individuos con alturas inferiores a los 10 m, con la presencia de bejucos y lianas; el sotobosque está compuesto por la regeneración natural de las especies arbóreas, arbustivas y herbazales. En esta formación se encuentran individuos con diámetros (DAP) superiores a 30 cm.

Las especies más abundantes según Rodríguez y Hernández (1998), en esta formación son: Chicle, Kamaravi, Coroní, Saladillo, Lalocarborí, Tei-tei y Didive.

Entre las especies de interés forestal que se encuentran en las parcelas “Las Alicia” y “San Antonio”, se consiguen: El Saladillo (Mureillo), Guamo, Tacamajaca, Majagua, Chicle y Zapatero.

En la formación de **Sabana** se pueden derivar algunas sub-formaciones, entre las que destacan los Matorrales y áreas sin vegetación, ocupando una superficie del 31,71% del área de “Las Alicia” y “San Antonio”.

Los matorrales se localizan en zonas de transición con la vegetación boscosa, específicamente cerca de los frentes de trabajo de la minería. Generalmente este tipo

de vegetación es producto de intervenciones humanas. Los matorrales se extienden por 1112 ha (18,21 %).

Entre las especies arbustivas dominantes que se pueden encontrar en las parcelas, se destacan: Onoto, Cariaquito, Bola de gato, Lacre, Tornillo, Rabo de alacrán, Mimora; también se pueden encontrar especies de bejucos. Las especies herbáceas que se hallan en el área de estudio son: Paja de sabana, Guinea, Cola de zorro, Cabezona.

El herbazal se caracteriza por presentar una cubierta densa, en compañía de algunos arbustos, que por lo general se desarrollan a orillas de los cauces de las quebradas. Existen áreas que han sido de alguna manera recuperadas por este tipo de vegetación, en donde podemos encontrar especies pioneras y otras invasoras. Esta unidad vegetal se extiende a lo largo de las quebradas y en aquellas zonas que hayan sido trabajadas por los mineros y cubre una extensión de 392 ha, lo que representa el 6,42 % de toda el área.

Las áreas **Sin Vegetación** abundan en los centros poblados, en las zonas de afloramientos rocosos y en aquellas zonas que han sido trabajadas recientemente, como son los “Relaves”. A las “Colas” producidas por la explotación minera, se les denominan “Zonas de Sedimentación” o simplemente “Lagunas de Sedimentación”. Estas áreas ocupan unas 432 ha, lo que representa el 7,05% del área total del proyecto.

Cuadro 6. Tipos de Vegetación

“San Antonio” y “Las Alicias”

Tipos de Formación	Estructura	Unidad	Superficie	
			Ha	%
Sabana	Matorral	M	1112	18,21
	Herbazal	H	392	6,42
	Sin vegetación	SV	432	7,08
Boscosa	Bosque bajo denso	Bbd	1844	30,20
	Bosque medio denso	Bmd	2325	38,09

Fuente: Canteras El Toco C.A y Rodríguez Henry. 1998

Ver mapa de vegetación de las parcelas “San Antonio” y “Las Alicias” en anexos.

5.3. Marco social

Para 1991, el sector minero generó el 5,9% del P.I.B del Estado Bolívar, y el 62,6% de la producción minera nacional, en este mismo año el crecimiento de la actividad minera pública ascendió a un 7,3% en contraparte a la actividad minera privada que sufrió un descenso de un 22,4%.

Para 1993, la fuerza de trabajo del sector público ocupó a 26.000 personas, generando así entre el 7 % y 10 % del P.I.B regional y el 63 % de la producción minera nacional, a esto se suman alrededor de 150.000 personas que se dedican a la minería artesanal, según datos aportados por la “Coordinadora de Asociaciones Mineras del Estado Bolívar”, (Vielma Graffe, 1999).

Los poblados mineros “La Salvación” y “El Milagro” representan sólo el 3,4 % de la población del Municipio Autónomo Cedeño, correspondiente a 3.072 habitantes, de los cuales el 40% corresponden al sexo femenino y el 60% son individuos del sexo masculino, en su mayoría jóvenes por debajo de los 30 años. Con relación al origen y la nacionalidad de sus habitantes, se tiene que el 85% son Venezolanos y el 15% son Extranjeros.

La etnia indígena presente en el Municipio Cedeño es la Panare, la cual habita en grupos dispersos y su población es de 2.825 habitantes, según el censo indígena del año 1992, representando el 8,15% del total de la población indígena del Estado Bolívar.

La actividad principal del área es la minería artesanal, la cual ocupa al mayor porcentaje de la población residente. Cerca del 80% de la población se dedica a la minería artesanal, en su mayoría hombres y el resto se dedica a otras actividades como el comercio informal y la agricultura. Cabe destacar que la actividad agrícola sólo es de subsistencia, (Vielma Graffe, 1999).

CAPITULO III

VI. DESCRIPCIÓN DEL APROVECHAMIENTO ALUVIONAL

En la mayoría de los países en desarrollo a la pequeña minería la han hecho aparecer como una actividad artesanal debido, fundamentalmente, a la escasa mecanización, pocos conocimientos técnicos del personal, planificación deficiente de la **explotación** minera, baja recuperación del mineral y bajo rendimiento del trabajo, (Bermúdez y Milano, 2002).

Este tipo de explotación minera se caracteriza por presentarse en los márgenes y proximidades de los ríos y quebradas. El material proveniente de aluvión se identifica por la marcada meteorización de sus partículas, observándose en el suelo un cambio de color más fuerte en alguno de sus horizontes, esta coloración se torna rojiza oscura y la estructura del material es en bloques compuestos, el método de explotación más usado hasta ahora es el de cielo abierto.

Una vez que es localizada la mancha o pintura, se procede a la eliminación de toda la cobertura vegetal, empezando con la tala y quema de las comunidades vegetales, posteriormente se prosigue con la remoción de los desechos provenientes de estas quemas; se hace necesario señalar que estos procesos de eliminación y remoción de la cobertura vegetal se realizan exclusivamente en zonas de montañas y valles que están provistos de vegetación.

Las áreas de explotación son y han sido escogidas al azar, esto lo determina la “experiencia del minero” o el hallazgo de una mancha en la superficie.

La explotación no es continua y sistemática, y una vez que el minero cree agotado el yacimiento o corte, lo abandona y escoge otro lugar. Es por ello que se observan algunos sitios de relaves, es decir, que se están trabajando algunos frentes que ya han sido explotados anteriormente, (SERFOREYCO, 1995).

Existen tres (3) tipos de aprovechamiento de material aluvional, los cuales se diferencian en cuanto al grado de intervención y afectación de las áreas a explotar. Se debe recalcar que cada uno de estos métodos tiene su limitante, por ejemplo: los monitores hidráulicos son dependientes exclusivamente del “agua”, en cambio, los suruqueros van a depender básicamente del “tamaño de la partícula”.

Pero, en general, las operaciones de aprovechamiento de la pequeña minería se dividen en tres partes fundamentales: la exploración (mediante observaciones y perforaciones de metro y medio de diámetro, con profundidades variables), la explotación (va a depender del tipo de sistema que se vaya a implementar) y la extracción y lavado (mediante el transporte del material hacia las lavadoras y/o suruqueros). (Ver figura 9 en anexos).

6.1. Uso de monitores hidráulicos

Para las actividades de explotación del diamante con el empleo de monitores hidráulicos es aplicable el método a cielo abierto, el cual consiste en cortes individuales que varían de 100 m² a 400 m², con profundidades que pueden llegar a alcanzar de 5 m hasta 20 m.

Los monitores hidráulicos consisten de una pistola de inyección de alta presión alimentada por un motor a gasoil; existe otro motor también a gasoil que es utilizado para el bombeo por tuberías hacia el waterhole (lavadora); estos motores tienen un poder de 3 y 4 cilindros, las mangueras de succión y de salida generalmente son de 3 a 5 pulgadas y su longitud varía de acuerdo a la proximidad de la fuente de agua, (Bermúdez y Milano, 2002).

Una vez que estos equipos son instalados en las áreas a explotar se comienza a eliminar cierto volumen de estériles mediante el uso de las pistolas de inyección de agua hacia los frentes de trabajo con la finalidad de disgregar todo el material de

recubrimiento, el cual es conducido por medio de las tuberías a una laguna de sedimentación para su apilamiento.

Una vez expuesta la capa de grava, ésta se comienza a disgregar; posteriormente empieza el proceso de achicamiento y todo el material suelto es conducido por gravedad hacia el waterhole, en donde es bombeado hacia los tamices o jigs para su clasificación densimétrica mediante pulsaciones controladas por agua que producen un movimiento de succión hacia el fondo. Estos waterholes o lavadoras tienen una capacidad de 4 – 6 m³/h, (Lara, 1990).

Generalmente esta explotación se realiza mediante métodos convencionales de barranco o huecos abiertos artificialmente que se encuentran cercanos a cursos de agua.

6.2. Uso de surucas

La operación de lavado con suruca consiste de tres mallas, cada una de distinto tamaño y con una pequeña curvatura en el centro, montadas en un marco circular de madera que se acoplan entre sí. Esta actividad consiste de movimientos circulares y de pulsaciones en contacto con el agua, en donde los minerales más pesados son concentrados en el centro, mientras que los más livianos son expelidos poco a poco hacia el borde exterior de las mallas, al mismo tiempo que se van recolectando los diamantes.

La fracción de concentrados de diámetro menor pasa de la malla superior a la intermedia y se repite la misma operación; con la fracción que cae en la tercera malla se procede de la misma forma hasta haber tratado todo el volumen de concentrado y recuperado las piedras del lavado.

La recolección del material se puede realizar con los monitores hidráulicos o simplemente mediante los paleros. El material proveniente de los monitores

hidráulicos es el que queda flotando por ser el más liviano, éste se concentra en tobos y/o cubetas. El material que proviene de los paleros se concentra en sacos; estas partículas poseen distintos diámetros.

6.3. Uso de palas

Este tipo de extracción se realiza utilizando una barra, una pala y un palín. Una vez que se tiene conocimiento de la presencia del material se comienza a remover la capa vegetal, posteriormente se procede a utilizar la barra sujetándola y proporcionando golpes al suelo de forma circular para ir liberando material estéril. Una vez liberado éste se procede a su extracción mediante el uso de la pala.

Estos huecos pueden tener una profundidad que varía desde 1 m hasta los 20 m. con diámetros que oscilan entre 1 m y 1,60 m. Una vez localizada la “pintura” se procede a seguirla a través de galerías subterráneas asegurándolas con troncos que cumplen la función de vigas para evitar su desplome.

La recolección del material dentro de las galerías se realiza con tobos y luego se almacena en sacos para proceder a lavarlo con la suruca.

VII. DESCRIPCIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE MANTOS DE KIMBERLITA

El aprovechamiento de mantos diamantíferos, constituye un firme renglón para la minería industrializada; debido a que el laboreo de estas minas es muy costoso las compañías únicamente invierten en aquellas zonas que les garanticen una vasta producción. Por lo general, extensos kilómetros de terreno son excavados para obtener una gema de tamaño apreciable. Esto explica por qué el diamante tiene tan alto precio en el mercado.

El proceso de extracción de mantos de kimberlita es también muy diverso, ya que depende de la región en la que el diamante se explote. En general, las operaciones de aprovechamiento se dividen en tres partes fundamentales: la exploración (mediante sondeos, perforaciones), la explotación (va a depender del tipo de sistema que se vaya a implementar y generalmente se usa maquinaria pesada) y la extracción y lavado (mediante el transporte del material hacia la planta y su procesamiento).

Cabe destacar que los aprovechamientos mineros se diferencian en superficiales y subterráneos.

Las exploraciones preliminares que se han realizado en las parcelas de “San Antonio” y “Las Alicia”, ponen en evidencia un gran potencial diamantífero en kimberlita, con recursos potenciales que sobrepasan los 30 millones de toneladas.

7.1. Aprovechamiento subterráneo

Los sistemas de aprovechamiento subterráneos se han caracterizado por ser obras de ingeniería de gran envergadura. Uno de los métodos subterráneos es la construcción de pozos verticales en el terreno próximo a la chimenea, con galerías que cortan a la misma cada 600 pies de profundidad.

Posteriormente se construyen niveles intermedios, que acceden horizontalmente en la roca kimberlítica bajo la corta. A partir de estos niveles se construyen cámaras en la roca (*sublevel caving*), en las que la explotación se lleva a cabo por hundimiento y realce (*shrinkage stopping*). El material se carga en vagonetas, se transporta hasta el pozo y se saca a la superficie. Con estos sistemas se explotan chimeneas kimberlíticas hasta profundidades muy grandes.



Figura 2. Esquema de explotación subterránea de una diatrema kimberlítica

También se emplea el sistema de hundimiento mediante conos invertidos (*block caving*), que hacen colapsar grandes bloques de la "tierra azul" o kimberlita inalterada. Posteriormente estos bloques se fracturan y transportan al pozo. Este sistema se usó por primera vez en la mina **Bultfontein** en 1955, y ha mostrado ser más rápido, seguro y económico que el de cámaras. Con el paso de los años, todas las minas del interior de Sudáfrica han adoptado este método, (<http://www.uned.es/cristamine/gemas/recuperacion.html>. Junio 17, 2004)

7.2. Aprovechamiento superficial

La minas de diamante, suelen empezar con métodos a cielo abierto, en la llamada "tierra amarilla", que es una peridotita alterada. Normalmente se construye una corta o frente de trabajo, que abarca la superficie total aflorante del manto kimberlítico.

Algunas de las explotaciones de diamantes a cielo abierto constituyen los mayores movimientos de tierra llevados a cabo por el hombre. Entre los métodos convencionales de explotación a cielo abierto están: el de perforación y voladura, en contornos, el rotatorio o circular.

Con el método de perforación y voladura, se transporta la roca volada con dumpers hasta la planta de tratamiento y allí se seleccionan los minerales mediante tamices de diferentes tamaños.

El método circular o rotatorio, se caracteriza porque se establecen unas series de terrazas circulares alrededor de los cortes y una vez que estos cortes o frentes de trabajo se profundizan, las paredes pierden estabilidad, y es necesario acceder a la minería subterránea, siempre y cuando este sea económicamente viable.

(<http://www.uned.es/cristamine/gemas/recuperacion.htm>. Junio 17, 2004)

El método usado por las empresas "Unión Consolidada San Antonio" y "Asociación Minera Las Alicia" es, a cielo abierto, esto es debido a las características del manto de kimberlita con respecto a la topografía de la zona, ya que este presenta una especie de paralelismo entre el manto y la topografía. Dentro del ámbito de la minería a cielo abierto y de acuerdo con las características del depósito, se ha elegido el método de extracción conocido como *minería de contorno*. Esta técnica tiene la particularidad de explotar el recurso y reconstruir el medio en forma casi simultánea.

El método de minería de contorno fue desarrollado por empresas de carbón en las Montañas Apalaches en los Estados Unidos, y su diseño minimiza el impacto ambiental sobre el área.



Figura 3. Esquema de la minería de contorno

Este método se caracteriza porque con él se remueve la capa vegetal con tractores y maquinarias pesadas y luego se transporta en camiones hasta los frentes explotados donde se descarga con la finalidad de restituir la topografía natural. Una vez restituidos los suelos se comenzará con las etapas de reforestación y repoblación vegetal de los sectores afectados, (Vielma Graffe, 1999).

Una vez explotada la kimberlita se extraerá mediante el uso de palas hidráulicas y pailoaders, para cargar los camiones que lo transportarán a la planta de procesamiento, que estará ubicada cerca de los frentes de trabajo.

Los estériles serán conformados y distribuidos para mantener una red efectiva de drenaje, estos estériles también serán depositados en aquellas áreas que han sido trabajadas por los mineros artesanales que se encuentran en las adyacencias de la mina, (Vielma Graffe, 1999).

7.3. Uso de equipos y Maquinaria industrial

La operación requiere de equipos típicos de minería de superficie, incluyendo palas hidráulicas, trommel, retroexcavadoras, cargadores frontales, tractores, pailoaders, camiones, grúas, rotopalas y sistemas de cintas transportadoras. En la fase de exploración se usan taladros hidráulicos para la realización de las perforaciones, (Vielma Graffe, 1999).

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO IV

VIII. MATERIALES Y METODOS

8.1. Materiales y equipos:

- Cámara fotográfica (Digital y 35 mm)
- Computador personal (Pentium IV)
- Copiadora e Impresora HP
- G.P.S (Garmin plus III)
- Lápices y bolígrafos
- Libreta de anotaciones
- Machete
- Mapa base de la zona

8.2. Metodología

Para la realización de este trabajo se procedió mediante dos etapas, la primera correspondió a la etapa de campo, la cual comprendió dos fases (reconocimiento y evaluación), y la segunda etapa correspondió al trabajo de oficina, ésta contempló el análisis de la información y está conformada por diversas actividades para el cumplimiento de los objetivos de este trabajo.

8.2.1. Metodología de campo

Fase de reconocimiento, se realizó una serie de salidas de campo con la finalidad de observar y evaluar las diferentes formaciones vegetales que se encuentran dentro de la concesión de la empresa, y a su vez para observar las diferentes fases del proceso minero.

Se pudo observar la presencia de mineros artesanales en toda la zona de “La Quebrada Grande” y sus diversos métodos de aprovechamiento del material aluvional, entre los que destacan el empleo de maquinaria (monitores hidráulicos) y los suruqueros y paleros.

También se realizaron una serie de recorridos por los frentes de trabajo de la empresa para observar los posibles daños que se harán al ambiente, en estas áreas se pudo observar la poca intervención que existe, notándose pequeñas cicatrices en algunos taludes cercanos a los frentes de la empresa.

En salidas posteriores se pudo constatar que la recuperación natural juega un papel importante en las áreas que han sido intervenidas, observándose algunas especies de gramíneas, entre las que destacan el pasto Cola de Zorro (*Leptochios sp.*), Cadillo (*Cenchrus sp.*) y entre las especies invasoras esta el Yagrumo (*Cecropia sp.*) y el Taran-tantan (Mimosaceae).

Fase de evaluación, teniendo en consideración lo antes mencionado, se caracterizaron las áreas afectadas por la minería, observándose los diferentes grados de intervención. Cuando se trabaja con monitores hidráulicos el deterioro es mayor, ya que se remueve toda la cobertura vegetal, perdiéndose la estructura del suelo y permitiendo el aporte de sedimentos a los ríos y quebradas; se pudieron observar huecos entre 10 a 15 metros de profundidad, ocupando un área de 100 m².

Generalmente las zonas ribereñas son las más afectadas por este tipo de minería, ya que el material aluvional se encuentra distribuido en los márgenes de los ríos y las quebradas, lo que se traduce en el cambio de los cursos de agua y los aportes de sedimentos a los mismos, la recuperación en estos sitios es más lenta, ya que quedan al descubierto las capas de suelo inerte y a su vez la acumulación de residuos.

En cambio con el empleo de surucas y paleros, el daño al suelo y a la vegetación es mucho menor, y a pesar de que son impactos negativos al ambiente su recuperación es acelerada, ya que estas extracciones se realizan en sitios muy puntuales.

Una vez que estos trabajos son abandonados, el proceso de recuperación empieza y también un nuevo problema aparece, el ganado vacuno y ovino. Cabe destacar que este tipo de ganadería es el principal sustento de la población minera, y no existe ninguna limitación en cuanto a leyes o normas para el establecimiento de ganado, por lo cual éste tiene la libertad de deambular por todas las áreas.

Se tiene conocimiento de algunos trabajos que han sido realizados por la Cooperativa Mixta “El Milagro”, en lo concerniente a recuperación de áreas intervenidas por la minería, pero de alguna manera no han tenido éxito, ya que han sido blanco del ganado y de los incendios ocasionados por los mineros.

Se han realizado algunas plantaciones a manera de ensayos pero estas no han sido significativas, ya que las áreas son muy pequeñas y son representativas. El índice de mortalidad es alto, debido, primero a las condiciones del área donde han sido plantadas, segundo a la presencia del ganado, que en época seca arrasan con toda la vegetación que está a su alcance y finalmente, los mineros, que reanudan sus labores en esas mismas áreas, denominándose esto “los relaves”.

Entre las especies que han sido utilizadas se encuentran las gramíneas Cola de Zorro (Leptochios sp.), Cadillo (Cenchrus sp.), Caña Brava y entre las especies arbustivas y arbóreas están el Yagrumo (Cecropia sp.), Merey (Anacardium sprucecinum), Araguaey (Tabebuia chrysantha), Guacimo (Guazuma ulmifolia). De estas, se adaptaron de manera óptima el Merey y el Araguaey en áreas de la sabana y en zonas ribereñas la Caña Brava.

8.2.2. Metodología de oficina

Una vez culminadas las salidas al campo y observadas las áreas intervenidas, se realizó la búsqueda de material bibliográfico, con la finalidad de obtener mayor información del aprovechamiento diamantífero y sus implicaciones ambientales.

También se solicitaron datos de la empresa, respecto al método de aprovechamiento de los mantos de kimberlita. Una vez investigado esto, se procedió al análisis de la información recavada en el campo, con el propósito de emitir un diagnóstico preliminar de las áreas que han sido afectadas por la minería.

Se contó con información tanto escrita como visual de las áreas intervenidas y de la empresa en general.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO V

IX. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Si la actividad minera es practicada sin ningún tipo de control se producirán una serie de daños a los recursos naturales. No obstante, las secuelas del deterioro en el curso del tiempo son reguladas por las mismas características físico-naturales y el grado de intervención a que esta ha sido sometida.

De allí que en Guayana se pueden localizar zonas mineras abandonadas con diversos grados de recuperación natural, que van desde espacios de recientes explotaciones sin ningún tipo de recuperación visible hasta áreas con diversos niveles de cobertura vegetal, como lo son: gramíneas, arbustos y árboles, que presentan especies pioneras e invasoras.

Los principales efectos negativos de la extracción diamantífera son la eliminación de la cobertura vegetal a través de tala y quema, la remoción del suelo a través del uso de monitores hidráulicos y paleros, aporte de sedimentos a los ríos y quebradas mediante lagunas de sedimentación, pérdida de ecosistemas como consecuencia de lo anteriormente expuesto, entre otros.

De las diversas formas de explotación del aluvión el más perjudicial es el uso de monitores hidráulicos, ya que estos remueven y destruyen toda la estructura del suelo, y a su vez aceleran los aportes de sedimentos a los ríos. De igual manera, modifican la topografía de las zonas en las que se hallan los minerales preciosos como en el caso de la modificación de la topografía en el valle La Quebrada Grande.

A lo largo de todo el eje de La Quebrada Grande se puede observar la aparición de lagunas y terrazas artificiales como producto de la explotación minera con empleo de monitores hidráulicos. Estas terrazas son producto de la colmatación y compactación de las colas o de los residuos producidos por la explotación.

A pesar de que las empresas explotadoras de mantos de kimberlita, poseen planes de recuperación y/o repoblación forestal, estas a veces no los cumplen y el grado de afectación en estos casos es superior a los aprovechamientos de aluvión.

9.1. Daños a la vegetación

La destrucción de la cubierta vegetal protectora constituye el principal daño a la vegetación, ya que durante la fase inicial del aprovechamiento se realiza la deforestación del respectivo frente de trabajo lo que implica la remoción total de esta, llegando así a eliminar desde el sotobosque hasta formaciones superiores.

También se observa la muerte de árboles y/o arbustos en pie como consecuencia de las inundaciones debido a la construcción de taponos o diques, los cuales ayudan al asentamiento de las colas.

La capacidad de regeneración natural se ve afectada como consecuencia de la remoción del suelo y la pérdida de su estructura e incluso también por la compactación del suelo, impidiendo el enraizamiento y el establecimiento de especies, entre las que destacan las especies pioneras y las invasoras. (Ver figura 10 en anexos).

9.2. Daños al suelo

Los daños producidos al suelo se ven representados en la pérdida de la capa orgánica superficial y de la estructura como consecuencia de su remoción. También se observa la pérdida de microorganismos formadores del suelo, los cuales son los responsables de la captación de nutrientes por medio de nódulos y micorrizas.

De igual manera, otros daños son los representados por la alteración de las condiciones físico-químicas del suelo como producto del intenso lavado al que debe

ser sometido el material, originando así la pérdida de nutrientes y favoreciendo la acidez del mismo.

Por otra parte, los cambios de la topografía del terreno alteran el drenaje natural del agua, debemos tener en cuenta el efecto que produce el peso y movilización de las maquinarias, trayendo consigo uno de los problemas más comunes en el sector agrícola, como lo es la compactación del suelo. (Ver figura 11 en anexos).

9.3. Daños al agua

La modificación de la pendiente de los cursos de agua al igual que la destrucción de sus orillas contribuye a la colmatación de los cauces; esto favorece al deterioro de la calidad del agua como consecuencia del aporte de sedimentos en suspensión principalmente de ríos y quebradas.

La ausencia de depósitos seguros para combustibles que prevengan el derrame de productos volátiles como el gasoil y el aceite, empleados para el funcionamiento de los monitores hidráulicos, contribuyen de igual forma al deterioro de la calidad del preciado líquido. (Ver figura 12 en anexos).

9.4. Daños a la fauna

Estos daños están representados por la destrucción de los hábitats terrestres y/o fluviales como producto de la eliminación de la cobertura vegetal y remoción del suelo favoreciendo el aporte de sedimentos a los ríos.

Otro efecto secundario es el ruido como secuela del empleo de los equipos en operación, los cuales ahuyentan a la fauna existente en el área.

CAPITULO VI

X. ACTIVIDADES DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL

Lo que se pretende en esta propuesta es facilitar la restauración y/o acondicionamiento de los suelos, con el objeto de promover la regeneración y restaurar las condiciones iniciales de las áreas afectadas por la minería tanto artesanal como la de mantos de kimberlita.

Entre las actividades de recuperación que se proponen destacan la de inducir o acelerar la sucesión vegetal natural y en aquellos casos en que no se presente la regeneración se hablará entonces de una repoblación de especies autóctonas, tomando en consideración las condiciones físicos-naturales del área que favorezcan este proceso.

También se expondrán algunas técnicas que son utilizadas para el control de la erosión, incrementos de la infiltración, tratamientos para el control y estabilización de taludes, regulación de flujos hídricos y tratamientos biológicos.

Debemos tener en cuenta el grado de la intervención minera, la evolución de la regeneración natural en áreas que han sido trabajadas por la minería en Guayana y otras experiencias en el ámbito mundial, que posean condiciones similares a las observadas en las parcelas “San Antonio” y “Las Aliciaas”.

Todo esto permitirá tener una idea general sobre cómo atacar estos problemas y cuáles serían los tratamientos más adecuados.

Una vez que se tenga conocimiento de las áreas afectadas y se conozcan las características particulares de cada una de ellas, se procederá a la fase de relleno y reconstitución del terreno, utilizando principalmente el material estéril y los desechos orgánicos provenientes de las escombreras vegetales. Esto facilitará el

- Disposición de estériles.
- Disposición de colas.
- Compactación de los suelos. (Como consecuencia del peso de las maquinarias)

Existen algunas áreas que han sido fuertemente trabajadas por la pequeña minería, lo que hace casi imposible la regeneración en esos sitios, allí tendrán que practicarse algunos sistemas especiales, en el caso de querer recuperar esas áreas.

Las áreas que han sido trabajadas una y otra vez (relaves), son las que se encuentran aledañas a las fuentes de agua, como son los ríos y quebradas. Estas zonas ribereñas están prácticamente desnudas y sin ningún tipo de recubrimiento vegetal; el poco manto vegetal es consumido por el ganado de la zona.

Una vez que los trabajos son abandonados por los mineros, comienzan los procesos de restauración y regeneración y un nuevo problema se acerca, EL GANADO. Se tiene conocimiento de algunos trabajos de restauración de vegetación que realizó la “Cooperativa Mixta El Milagro”; la principal causa del fracaso de esos proyectos fue el ganado, ya que ingería, pisaba, rompía y tumbaba las plántulas que se usaron en ese momento.

10.2. Características de las áreas afectadas

Existen varios factores por los cuales estas zonas no han podido recuperarse en forma natural. La causa principal se debe a las condiciones finales que se presentan al momento de extraer el mineral; entre otras tenemos, las características generales del área y las acciones antrópicas, ya sea para la explotación de los recursos, en el entorno económico o simplemente para su supervivencia.

Mediante la supervisión de las áreas que han sido afectadas por la minería se observó el variado comportamiento de la naturaleza, proporcionando situaciones totalmente

diferentes para cada caso, (Florida, 2000). Por ejemplo, existen zonas que tienen un grado avanzado de recuperación natural, caracterizado por gramíneas (pasto cola de zorro) y algunas especies invasoras como el Taran-tantan (Mimosaceae) y los yagrumos (Cecropiaceae).

También existen zonas que no han sido pobladas por ningún tipo de cobertura vegetal como consecuencia de los relaves. La pérdida de la estructura y el continuo lavado del suelo son los factores que imposibilitan la repoblación vegetal natural en estos casos.

Las características principales que presentan estas zonas son:

- Falta de una cobertura vegetal.
- Destrucción de la estructura del suelo.
- Pérdida de nutrientes a causa del lavado del suelo.
- Alteración de los flujos hídricos.
- Disposición de colas y residuos provenientes de la extracción en zonas aledañas.
- Susceptibilidad a la erosión, sedimentación y transporte de material estéril.

Una vez que son explotadas estas áreas se puede determinar con sólo observar, cuál fue el método usado en la misma, por ejemplo, cuando solamente quedan huecos profundos con áreas superiores a 10 m² y perfiles descubiertos, se dirá que los monitores hidráulicos fueron utilizados, en cambio si se presentan huecos profundos pero con diámetros menores a 2 m y especies de galerías subterráneas, se sabrá que estuvieron presentes los paleros.

10.3. Propuestas para la recuperación

La actividad minera ha deteriorado significativamente diferentes áreas del Estado Bolívar, en virtud del alto poder destructivo de los métodos convencionales de aprovechamiento, (Monsalve, 1985).

Esto obliga de algún modo a elaborar técnicas que sean capaces de restaurar los espacios afectados por la minería, con la finalidad de devolverle la capacidad productiva al suelo, permitiendo así, la repoblación o restitución de la cobertura vegetal.

Entre las actividades de recuperación que se proponen destacan la de inducir o acelerar la sucesión vegetal a través de métodos biológicos, mecánicos y bioenergéticos y en aquellos casos en que no se presente la regeneración se hablará entonces de una repoblación de especies autóctonas, tomando en consideración las condiciones físicos-naturales del área que favorezcan este proceso.

Una vez que se tengan definidas estas áreas, se deben seleccionar algunos espacios como sectores pilotos (ensayos), a los cuales se les apliquen algunas medidas y tratamientos silviculturales que permitan el diseño y construcción de estructuras para la conservación de suelos, retención de sedimentos y que recomienden las enmiendas para mejorar las condiciones del suelo.

Para regular el **flujo hídrico**, se recomienda:

➤ **Canales de desviación o difusión de las aguas**

La finalidad de esta técnica es disminuir el escurrimiento superficial y disipar el agua retenida hacia las laderas estabilizadas.

Esta técnica resulta útil para regular la escorrentía superficial, su ejecución se realiza en las laderas de los taludes con riesgo de erosión creciente. Como no se tienen

seleccionadas las áreas para disponer de este método, se dará a continuación un canal de desviación con medidas estándar; como se observa en la figura 4, el canal debe tener como máximo 50 m de largo y una pendiente del 1 al 2 %. Las dimensiones del canal son: 20 cm de ancho en la base, 56 cm de ancho en la parte superior, 30 cm de profundidad y 1:0,6 de pendiente lateral.

Opcional a esto se recomienda disponer de ramas para disminuir la velocidad del flujo. Para el desarrollo del canal, se procede a excavarlo y hacer el camellón, compactando moderadamente el suelo, se recomienda la siembra de pastos en el camellón para que esta no se erosione y contribuya a disipar la velocidad del agua.

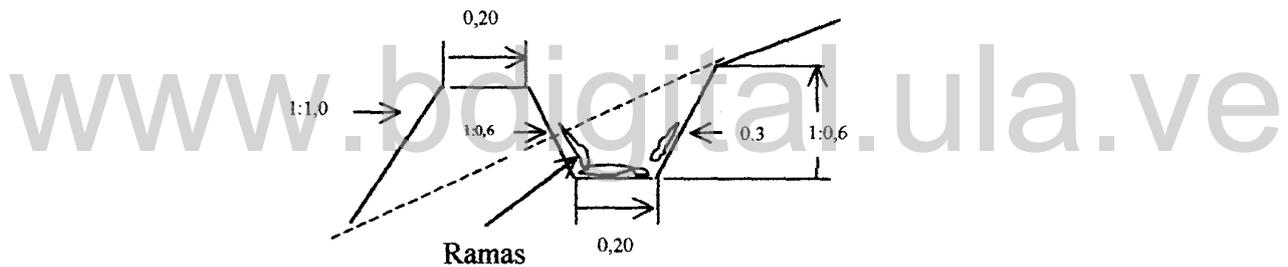


Figura 4. Ejemplo de un canal de desviación estándar

➤ Canal transversal simple

Su función es evacuar y conducir el flujo hídrico. Esta obra es muy sencilla de ejecutar; se recomienda para caminos operacionales de entrada y salida de material. El largo de la obra dependerá del ancho del camino, para su construcción se utilizan estacas de 50 cm de largo y se entierran a 30 cm de profundidad.

En la figura 5 se observa cómo los postes son colocados a lo ancho del camino y a su vez clavados y amarrados con alambre, se cubre el primero con sacos rellenos de arena y se excava una pequeña zanja de 5 a 10 cm para evacuar el agua.

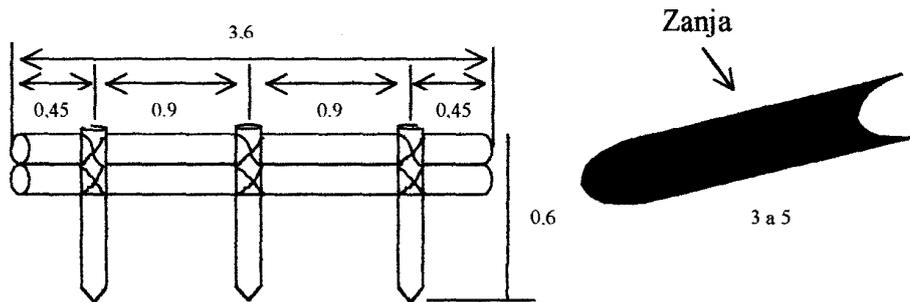


Figura 5. Ejemplo de un canal transversal simple

Para regular la erosión superficial, se recomienda:

➤ **Tratamiento lineal con fajinas**

Permite regular el aporte de sedimentos, disminuye la erosión superficial. Esta técnica estará en función de la pendiente y del grado de degradación que presente el suelo, siguiendo las curvas de nivel, por lo general se disponen cada 3 m en pendientes moderadas, no tiene restricción en cuanto a sus dimensiones.

Los materiales empleados son estacas verticales de 50 a 60 cm, alambre galvanizado y ramas de árboles y/o arbustos (con capacidad de rebrote rápido). Se recomienda la siembra de pastos o el plantado de especies fijadoras de nitrógeno entre los intervalos de las fajinas, con la finalidad de enriquecer el suelo.

Existen diversas formas de realizar los enfajinados, la más sencilla y la de menor costo, es la utilización de ramas y/o arbustos, también se pueden hacer con trozos de

neumáticos, varas de madera, sacos rellenos de tierra y semillas, entre otros. En la figura 6 se denota un claro modelo de tratamiento con fajinas.

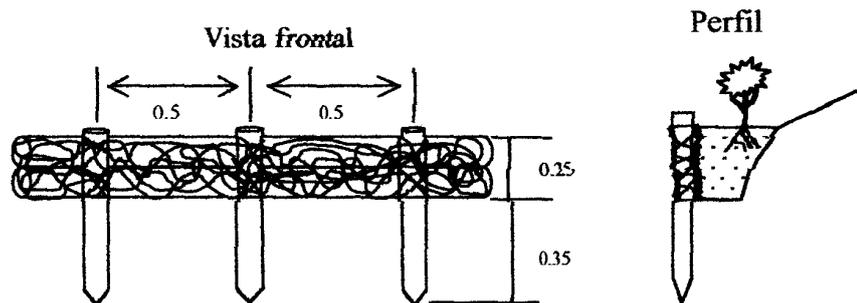


Figura 6. Ejemplo de un tratamiento con fajinas

➤ Malla de tipo Raschel

Esta técnica permite tanto la recuperación de los taludes y laderas, así como la disminución de la erosión superficial.

Resulta favorable para aquellos suelos con baja fertilidad o que hayan sido removidos, es ideal para estabilizar los taludes escarpados. Se trabaja con una malla sombra de 70 a 80 % de cobertura, que tiene bolsos de 40 cm de largo, 20 cm de ancho y 15 cm de profundidad en la malla, estos se rellenan con tierra y semillas de pastos. Ver figura 7.

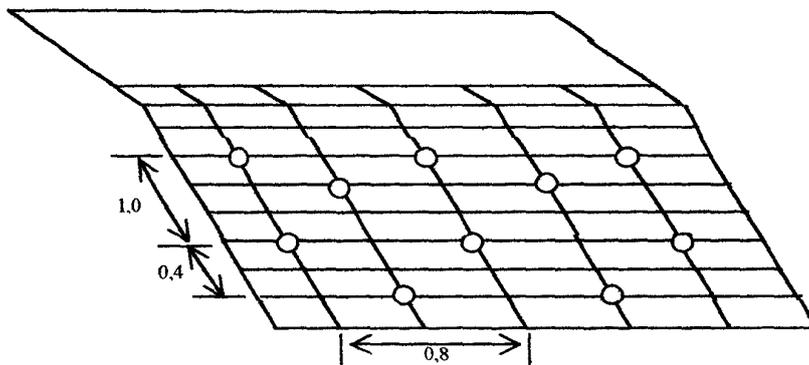


Figura 7. Ejemplo de una malla tipo raschel

Entre los **Tratamientos Biológicos** se tienen:

➤ **La hidrosiembra**

Es uno de los tratamientos más efectivos para el control de taludes y para repoblar áreas con erosión severa.

La hidrosiembra consiste en la adecuada combinación de tratamientos físicos-biológicos, que permiten recuperar áreas degradadas y el manejo sustentable del recurso. En la aplicación de la hidrosiembra se emplean compuestos orgánicos y minerales, mulch, semillas y agua.

Para la ejecución de este tratamiento se debe contar con el siguiente equipo: una moto-bomba de 6 a 10 hp, un tanque móvil de 500 a 1500 lts. de capacidad un agitador hidráulico, mangueras reforzadas y un pitón de salida con válvula de cierre manual, con un alcance de hasta 30 m. Ver figura 8.

Se deben seleccionar las especies de pastos y cualquier otro tipo de semilla de crecimiento rápido, estas deben adecuarse a las condiciones del área. Además resulta aconsejable que se cuente con compuestos adicionales de humus, fibras y fertilizantes.

Se recomienda mezclar las semillas con el agua y dejarlas en reposo durante una hora aproximadamente, luego se les añaden los compuestos adicionales de humus, fibras y fertilizantes, se remueve con el agitador hidráulico y se deja reposar 20 minutos. Por último se enciende la moto-bomba y se opera manualmente el pitón y la manguera a una distancia entre 15 y 20 m del terreno y delineando círculos concéntricos, (Vargas y otros, 1998).

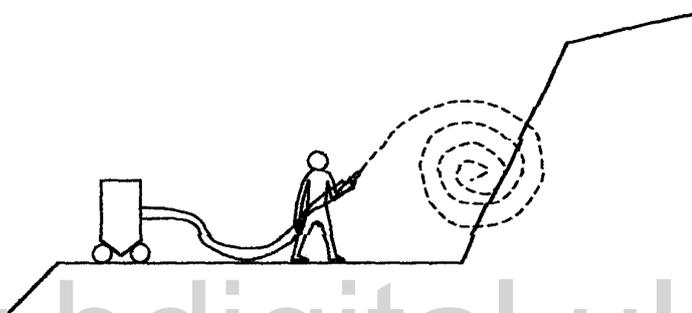


Figura 8. Ejemplo de una hidrosiembra

10.4. Medidas de recuperación

Una vez que avancen los trabajos de recuperación, será necesaria la jerarquización de las áreas afectadas, empezando por las de mayor impacto y culminando con las de menor daño, esto proporcionará la información acorde con la magnitud y extensión de las operaciones que se lleven a cabo en cuanto a la recuperación de las áreas afectadas por la minería a cielo abierto.

➤ **PROCEDIMIENTOS PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS Y DE AGUAS**

Restitución de drenajes, cuya medida estará dirigida a aquellos sitios donde no existe un modelo de drenaje definido, esto debido a las trincheras y/o barrancos

abandonados por los mineros, los cuales no fueron rellenados oportunamente y se han convertido en espejos de agua de diversas superficies y profundidades.

Otra forma de originarse estas lagunas es a través de los taponamientos de sedimentos, sean naturales y/o antrópicos.

Canales de desviación, son obras que se emplean para desviar las aguas superficiales desde un lugar donde su presencia es inconveniente a otro donde no cause ningún daño; esta obra permite disipar su velocidad sin provocar erosión o arrastre de material, mejorando la infiltración y favoreciendo la retención de semillas.

➤ **PROCEDIMIENTOS PARA LA RETENCIÓN DE SEDIMENTOS**

Existen diferentes estructuras para la retención de sedimentos como medidas para disminuir el aporte de residuos a los cursos de aguas; entre las cuales destacan:

Lagunas de sedimentación y de clarificación, de acuerdo con las condiciones y previo estudio técnico se podría optar por la utilización de maquinaria pesada (tractores de carril – cargadores frontales) para construir lagunas indicadas, o bien desistir de este medio que puede resultar costoso aprovechando las excavaciones mineras existentes.

Diques de retención de sedimentos, con pequeñas infraestructuras construidas en secciones transversales de causes o canales de reducida dimensión se procurará retener el mayor volumen de sedimentos, procurando ubicarlas en vertientes que presenten fuerte erosión y constituyan una fuente de producción de sedimentos.

Estas estructuras requieren el uso de materiales de fácil localización en el medio, tales como troncos, rocas, ramas, bejucos, sacos llenos de arena y alambre.

➤ **TRATAMIENTO PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DEL SUELO**

Entre los procedimientos para corregir las deficiencias derivadas del lavado de estos suelos, se tiene previsto lo siguiente:

Uso de materia orgánica, ésta se obtiene de áreas aledañas a los espacios intervenidos, a la que se le añadirán restos de hojarasca, ramas, y estiércol de ganado que se puede obtener en corrales de pequeños fundos establecidos en las inmediaciones. La corrección con el uso de suelo orgánico no perturbado o en estado de descomposición, no sólo aportaría materia orgánica para enriquecer el suelo, sino que serviría como un medio para transportar buena cantidad de semillas de especies autóctonas de las comunidades secundarias.

Aplicación de fertilizantes petroquímicos y cal, deben realizarse ensayos para evaluar la aplicación de estas enmiendas; una vez que se conozcan los resultados podrán ser utilizados en áreas con mayores problemas en cuanto a condiciones de fertilidad.

Cultivos de plantas fijadoras de nitrógeno, las leguminosas resultan muy eficientes como plantas de coberturas y abonos verdes, además constituyen una alternativa válida para controlar la erosión de los suelos, humedad y temperatura; siendo éstos los factores indispensables para el establecimiento de especies pioneras.

➤ **SELECCIÓN DE ESPECIES Y ESTABLECIMIENTO DE ENSAYOS PARA LA REPOBLACIÓN VEGETAL**

Antes de iniciar los ensayos de especies será necesaria una selección de especies autóctonas con base en la información que se obtenga y de la caracterización de los espacios intervenidos. Para esta actividad privarán los siguientes criterios:

- Especies pioneras con mayor grado de colonización.
- Especies de rápido crecimiento.

Según la disponibilidad del material vegetal se realizará una primera etapa de ensayos con varias especies (*arboretum*), en forma paralela se procederá al estudio fenológico de las especies pioneras seleccionadas y se recolectarán las semillas tanto en el vivero como en el campo con la finalidad de obtener datos sobre los tratamientos pregerminativos, viabilidad, almacenamiento, resistencia a patógenos, etc.

(http://www.infroagro.com/forestales/selecc_especie.asp.html. Junio 8, 2004)

Esta información, una vez recopilada, procesada y analizada, puede constituir un modesto aporte al conocimiento sobre la sucesión vegetal natural e inducida en áreas afectadas por la minería a cielo abierto en la Guayana Venezolana.

10.5. Establecimiento de la recuperación

Para la implementación de las propuestas, será necesaria la ubicación y caracterización de las áreas afectadas por la minería. Una vez identificadas estas áreas se procederá a la priorización de estos espacios, con el fin de seleccionar el método mas conveniente, para obtener resultados convincentes en el menor tiempo posible.

Una vez que se tenga esta información, se procederá a ubicarla cartográficamente para así poder cuantificar y determinar la extensión de esas áreas. Estos datos son importantes, ya que de aquí, derivarán los costos de la recuperación.

Sistema a implementar: Se realizará una plantación a campo abierto, con especies autóctonas y las semillas serán recolectadas en las adyacencias de las parcelas “San Antonio” y “Las Alicia”.

Superficie a plantar: La superficie total de la concesión es de 6.105 ha, de las cuales serán afectadas alrededor de 122,4 ha; según la ley hay que recuperar entre el 5 al 12% de la superficie total afectada, por lo que habrá que plantar entre 6 y 15 ha.

Selección de especies: Las especies autóctonas que serán utilizadas en la plantación son: Capure (Pouteria pomifera), Algarrobo (Hymenaea courbaril), Cañafistula (Cassia moschata), Trompillo (Guarea trichilioides), Sarrapia (Dipteryx punctata) y las especies introducidas son: Eucalipto (Eucalyptus grandis) y la Teca (Tectona grandis).

El material vegetal se producirá en el vivero que se encuentra en el “Campamento Las Alicias”, con el que se pretende obtener las plántulas necesarias para la recuperación de las áreas que serán intervenidas por la empresa.

Distanciamiento de la plantación: El distanciamiento planteado por la Consultora Ambiental (Vielma Graffe) es 3m x 3m entre plantas, lo que nos dará una densidad de plantación de 1.111 plantas/ha. Este distanciamiento es el más usado en caso de plantaciones forestales comerciales.

Como la recuperación de áreas no es con fines comerciales, el distanciamiento pensado para esta propuesta será de 4m x 4m, con una densidad de plantación de 625 plantas/ha y en aquellos casos que el terreno no sea uniforme se cambiará a 5m x 5m con una densidad de 400 plantas/ha.

Si se realiza la plantación con distanciamiento 4m x 4m en un área de 6 ha, se necesitarán alrededor de 3.750 plantas y 9.375 plantas para 15 ha. Con un distanciamiento de 5m x 5m en un área de 6 ha, serán necesarias 2.400 plantas y 6.000 plantas para 15 ha.

Preparación del terreno: Una vez que se hayan escogido las áreas y delimitado la malla de la plantación, se procederá a su limpieza mediante el desmalezado.

Posteriormente se procederá con la apertura de huecos con dimensiones de 20 cm de largo x 20 cm de ancho x 30 cm de profundidad. Concluido esto se abonarán en primera instancia los huecos.

A continuación se seguirá con el transplante de las especies en cada uno de los huecos, aprovechando el suelo que estos poseen y complementándolos con los del área. Cabe recordar que esto se suele hacer en la entrada de las lluvias, de hacerlo en época seca, se recomienda establecer un patrón de riego de 2 veces por semana como mínimo, para evitar un alto índice de mortalidad.

Mantenimiento de la plantación: Dependerá en gran parte de la vegetación que esté presente en esas áreas, por lo general se combaten las malezas con herbicidas selectivos. Estas medidas serán practicadas hasta que las plantas posean buen tamaño, adquieran resistencia y sean capaces de sobrevivir por sí mismas.

La conformación de un platón se realiza manualmente con una escardilla, pico y machete, con la finalidad de eliminar malezas y mejorar las condiciones de permeabilidad del mismo, (Arellano, 2000).

Poda de aclareo: Consiste en la poda de ramas con herramientas menores y eliminación de individuos que presenten características no deseables, como malformaciones, ataque de patógenos que estén muertos en pie, etc.

Seguimiento de la recuperación: Una vez que la plantación haya sido establecida, esta deberá ser monitoreada anualmente, determinando el éxito y el grado de adaptabilidad que posean las especies seleccionadas para esas áreas.

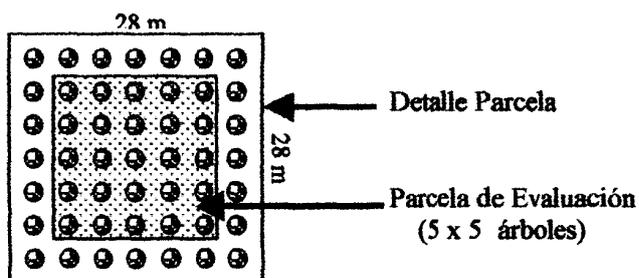
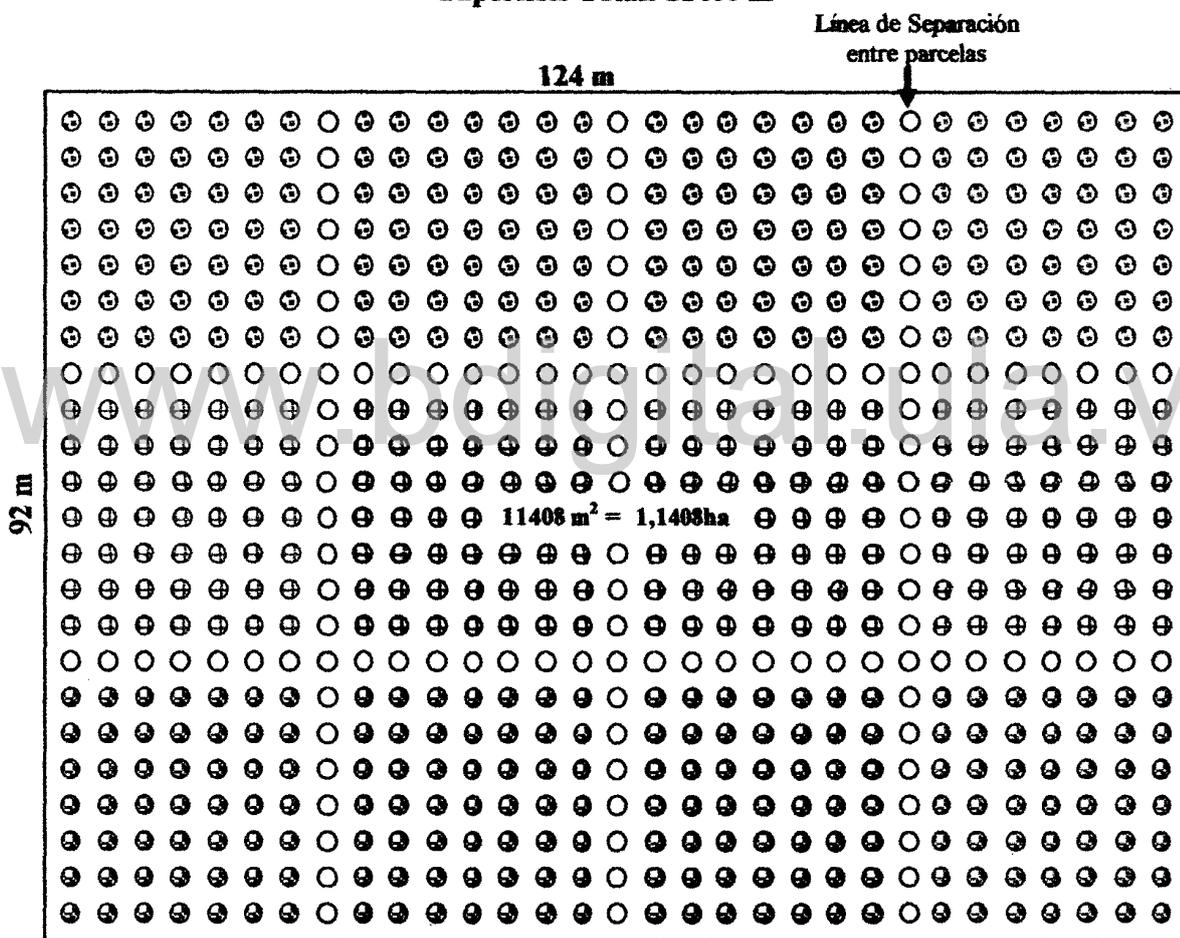
10.6. Recursos humanos

Para llegar a lo deseado en la recuperación de áreas afectadas por la actividad minera, debe existir un departamento de *Gestión Ambiental*, el cual estará bajo la supervisión

de personal profesional con formación en el manejo de los recursos. Este personal deberá estar capacitado para diseñar, elaborar métodos y procedimientos que vayan con el mejoramiento del ambiente.

www.bdigital.ula.ve

Diseño *Arboretum* Campamento Las Alicia
Parcelas Cuadradas: 49 árboles (7 x 7)
Distanciamiento: 4m x 4m (16 m²/planta)
Superficie Parcela: 784 m²
Superficie Separación Parcelas: 2000 m²
Superficie Total: 11408 m²



CAPITULO VII

XI. CONCLUSIONES

- La definición de las áreas degradadas nos aportará la magnitud de las actividades de restauración a ejecutar, y permitirá cuantificar los recursos tanto humanos como económicos, que se requieren para garantizar el cumplimiento de esta propuesta.
- Una vez que la presente propuesta haya sido ejecutada, se espera obtener una serie de beneficios, algunos de los cuales aparecerán a corto plazo y otros a mediano y largo plazo. Sin embargo, el principal objetivo es lograr recuperar el paisaje inicial.
- Cabe destacar que el aprovechamiento con monitores hidráulicos es el más perjudicial para el ambiente, ya que originan pérdida de cobertura vegetal, de estructura del suelo y modificación de los cauces, de igual forma producen cambios considerables en la topografía y en el factor paisajístico.
- Existen zonas que no han sido pobladas por ningún tipo de cobertura vegetal como consecuencia de los relaves. La pérdida de la estructura y el continuo lavado del suelo son los factores que imposibilitan la repoblación vegetal natural en estos casos.
- Los principales efectos negativos de la extracción diamantífera son la eliminación de la cobertura vegetal a través de tala y quema, la remoción del suelo a causa de la extracción del mineral, aporte de sedimentos a ríos y quebradas mediante lagunas de sedimentación, pérdida de ecosistemas como consecuencia de lo anteriormente expuesto, entre otros.

XII. RECOMENDACIONES

- Ejecutar con la mayor rapidez y eficacia posible la propuesta presentada, de esta forma se evitará el avance del problema.
- Ejecutar un programa de monitoreo y apreciación de cada área con el objetivo de adquirir información que admita establecer la eficacia de las obras ejecutadas y al mismo tiempo hacer las reformas que sean pertinentes.
- En caso de ser ejecutadas las medidas vegetativas, estas deben ser realizadas en el inicio de la época de lluvia (abril – mayo), de hacerlo en época seca, se recomienda establecer un patrón de riego de 2 veces por semana como mínimo.
- Se recomienda establecer ensayos de especies, con parcelas cuadradas de 7m x 7m con otras especies autóctonas, con la finalidad de obtener mayor experiencia, para así poder seleccionar aquellas especies con mayor adaptabilidad a condiciones adversas.
- Se recomienda ensayos con otras especies, entre las que destacan: Onoto (Bixa orellana) y Merey (Anacardium sprucecinum), ya que se observó buena adaptabilidad a condiciones adversas, y son especies de la zona.

XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARELLANO, J. (2000). Actividades de restauración en algunas áreas afectadas por la explotación petrolera en el oriente venezolano. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. ULA.

ARISTEGUIETA, L. (1973). Familias y géneros de los árboles de Venezuela. Facultad de Ciencias. UCV. Caracas, Venezuela.

BERMÚDEZ, R. y MILANO, S. (2002). La minería de pequeña escala en el Estado Bolívar. Centro de Investigaciones de Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable (CIGADS), Universidad Nacional Experimental de Guayana (UNEG), Puerto Ordaz, Estado Bolívar, Venezuela.

BRANDON, O. (1997). Sistema de Gerencia Ambiental y la ISO - 14001. I Exp. Ambiente Industrial. Maracaibo, Venezuela. 109 pp.

FLORIDA, J. y FLORIDA S. (2000). Proyecto de Recuperación de las Áreas de Prestamos Río Negro, III y I, Localizadas en el Tercer Desarrollo del Complejo Hidroeléctrico Uribante-Caparo. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, ULA.

GIBBS A. K. y BARRON C. N. (1993). Geology of the Guiana shield, Oxford University Press, 246.

GUZMAN, E. (2002). Evaluación preliminar de plantaciones forestales establecidas sobre áreas de saneamiento de rípios, provenientes de la actividad petrolera en un sector del oriente venezolano. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, ULA.

HERNÁNDEZ, L. (2002). Evaluación ambiental del proyecto de exploración petrolera Guanape 99G 2D. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, ULA.

LARA, H. (1990). Estudio de factibilidad técnico – económico, “Concesión La Salvación” N° 1. Cooperativa mixta “La Salvación”, R.L. Bolívar, Venezuela.

HOYOS, J. (1994). Guía de árboles de Venezuela. Caracas. Venezuela.

MARTÍN, B. (1972). Paleotectónica del Escudo de Guayana. Men. Conf. Geol. Inter-Guayana.

MENÉNDEZ, V. (1968). Revisión de la estratigrafía de la Provincia de La Pastora según el estudio de la región de Guasipati, Guayana Venezolana, Bol. Geol., Caracas, Venezuela.

MONSALVE, J. (1985). Estudio de recuperación de áreas intervenidas por las exploraciones en la “Mina Bizkaitarra”, C.A. en Jurisdicción de la Reserva Forestal Imataca Distrito Sifontes. Ciudad Bolívar, Venezuela.

PADILLA, J. (2003). Estudio del proceso de recuperación de las tierras afectadas por la explotación de Bauxita. Microcuencas los Pijiguaos y la Batea. Cuenca Río Suapure. Estado Bolívar. Venezuela. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. ULA.

RINCÓN, L. (2001). Proyecto de recuperación de áreas críticas de las microcuencas los Pijiguaos y la Batea, cuenca río Suapure, estado Bolívar. Venezuela. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. ULA.

RODRÍGUEZ, H. y HERNÁNDEZ, J. (1998). Estudios de vegetación botánico – hidrológico y levantamientos estructurales numérico – gráficos en las concesiones minera Las Alicia y San Antonio. Canteras El Toco, C.A. Caracas, Venezuela.

ROTHERY, B. (1996). ISO -14000. Panorama Editorial, S.A. de C.V. México. D.F. 285 pp.

SALAS, F. (1998). Estudio de suelos sectores Las Alicias y San Antonio. Estudio de línea base para Canteras El Toco, C.A, Caracas Venezuela.

SERFOREYCO. (1995). Plan de recuperación de áreas afectadas en la concesión minera de Guaniamo del I al VII (Auditoria Ambiental). Bolívar Venezuela.

VARGAS, R., FRANCKE, S., TOKUGAWA, K. y MAKITA, M. (1998). Manual de Control de Erosión. Santiago de Chile.

VIELMA GRAFFE CONSULTORES & ASOCIADOS. (1999). Estudio de impacto ambiental del proyecto de instalación y funcionamiento de una planta piloto para minería de mantos de kimberlita de las parcelas “San Antonio” y “Las Alicias” jurisdicción del Municipio Cedeño del Estado Bolívar. Ciudad Bolívar, Venezuela.

VIELMA GRAFFE CONSULTORES & ASOCIADOS. (2000). Propuesta. Programa de repoblación forestal parcelas “Las Alicias” y “San Antonio” Municipio Cedeño del Estado Bolívar. Caracas, Venezuela.

<http://www.uned.es/cristamine/gemas/recuperacion.html>. Junio 17, 2004

<http://www.badellgrau.com/habiliminas.html>. Junio 17, 2004

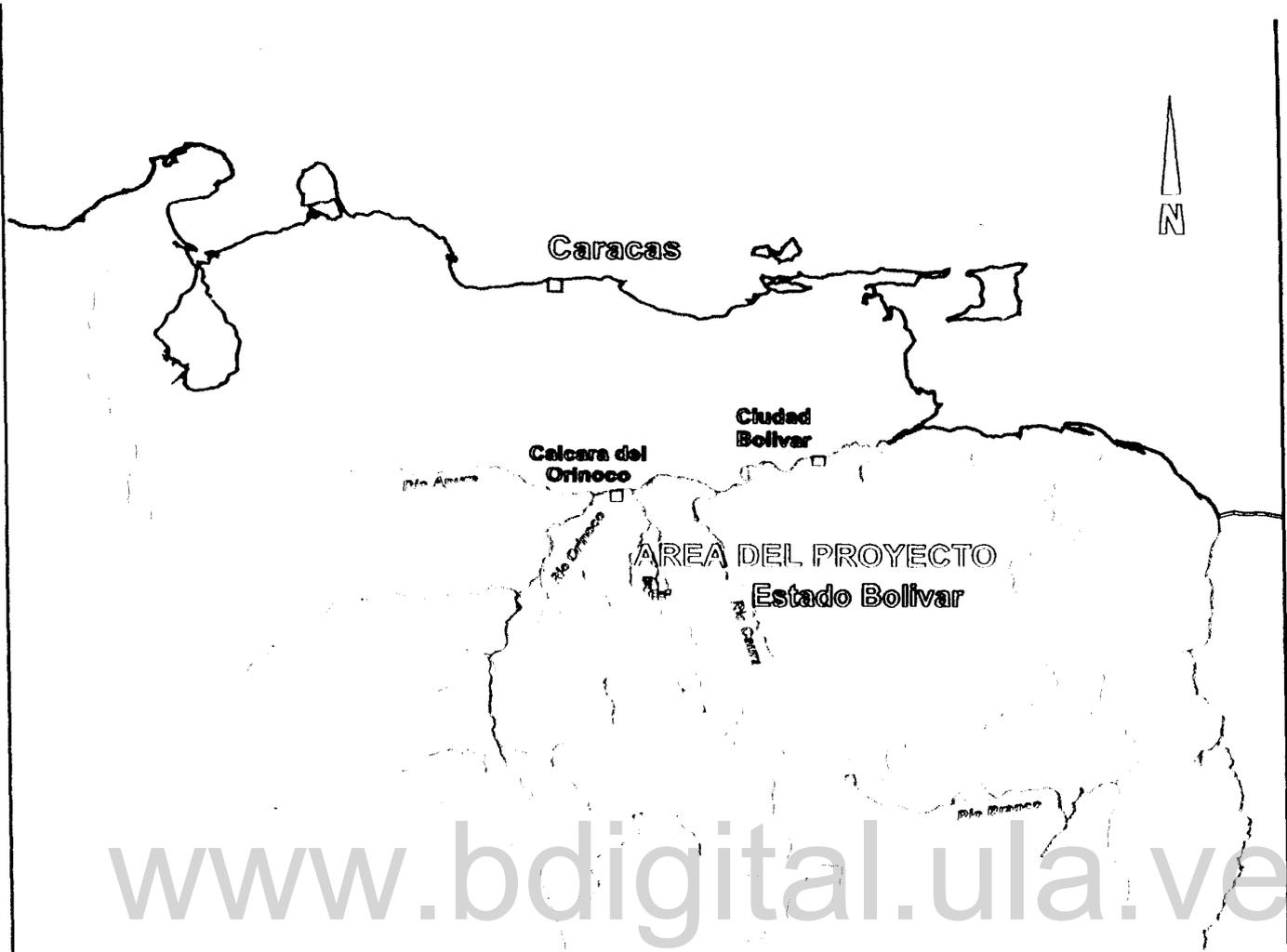
<http://es.wikipedia.org/wiki/Diamante.html>. Junio 17, 2004

<http://www.gemsbrokers.org/spanish/diamante.html>. Junio 17, 2004

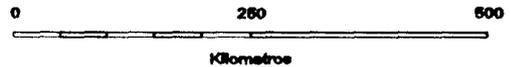
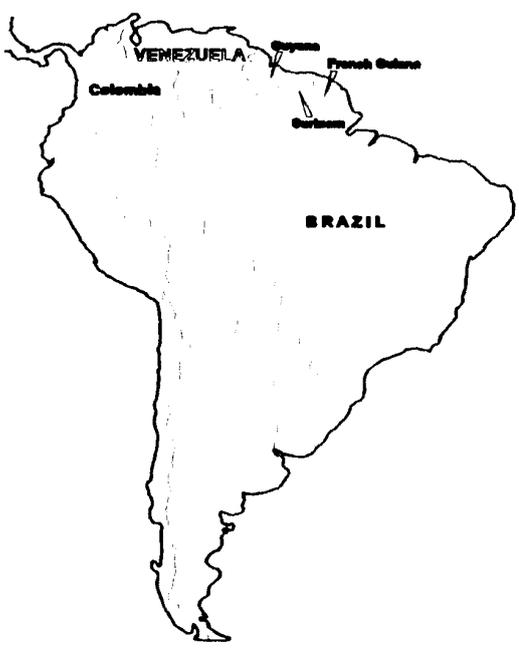
http://www.infroagro.com/forestales/selecc_especie.asp.html. Junio 8, 2004

XIV. ANEXOS

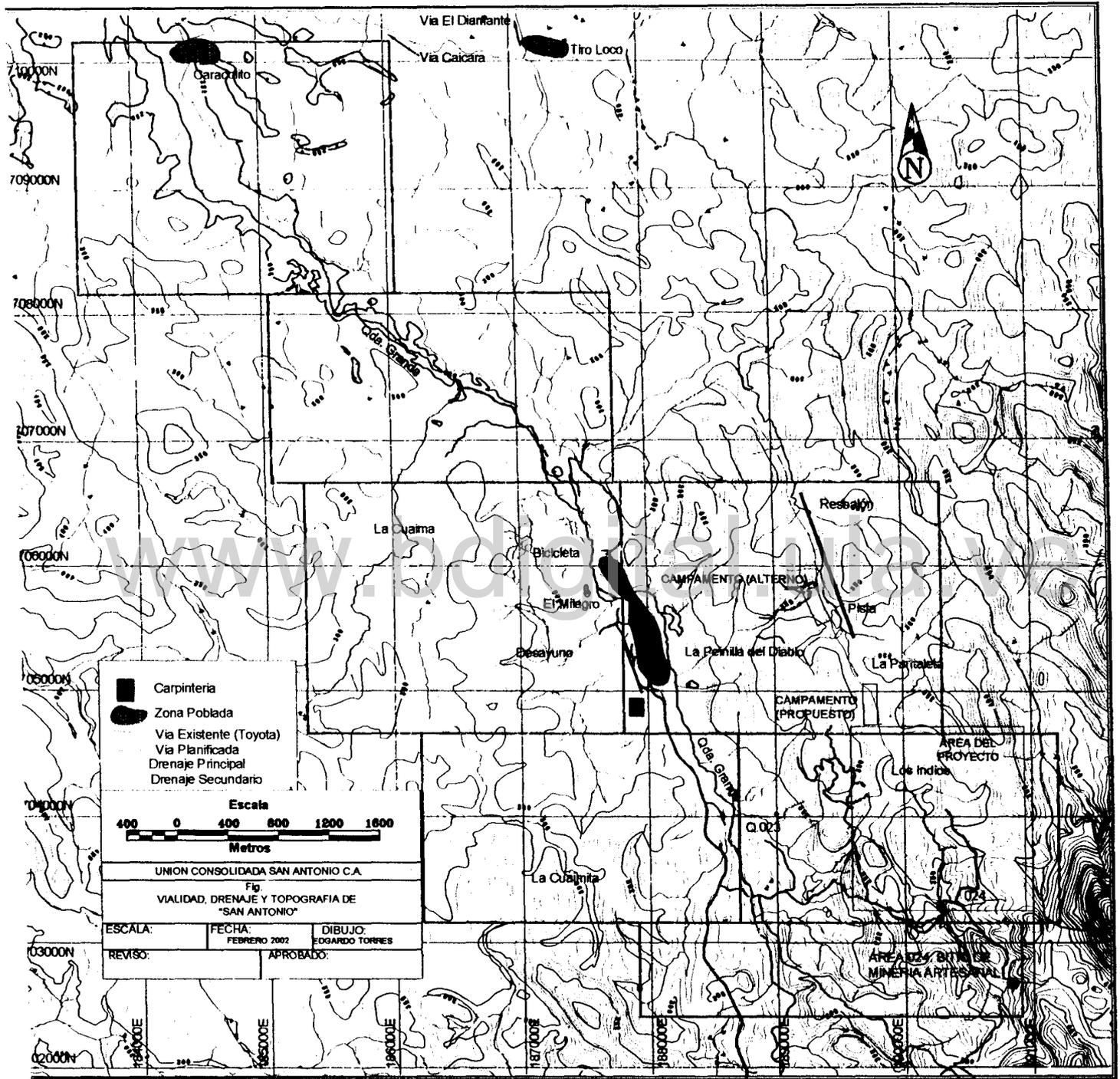
www.bdigital.ula.ve



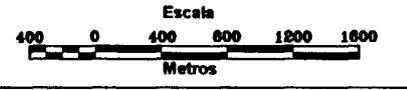
www.bdigital.ula.ve



PROYECTO "SAN ANTONIO" Y "LAS ALICAS"	
LOS INDIOS 024	
UBICACION REGIONAL	
FECHA: ABRIL. 2001	Fig.

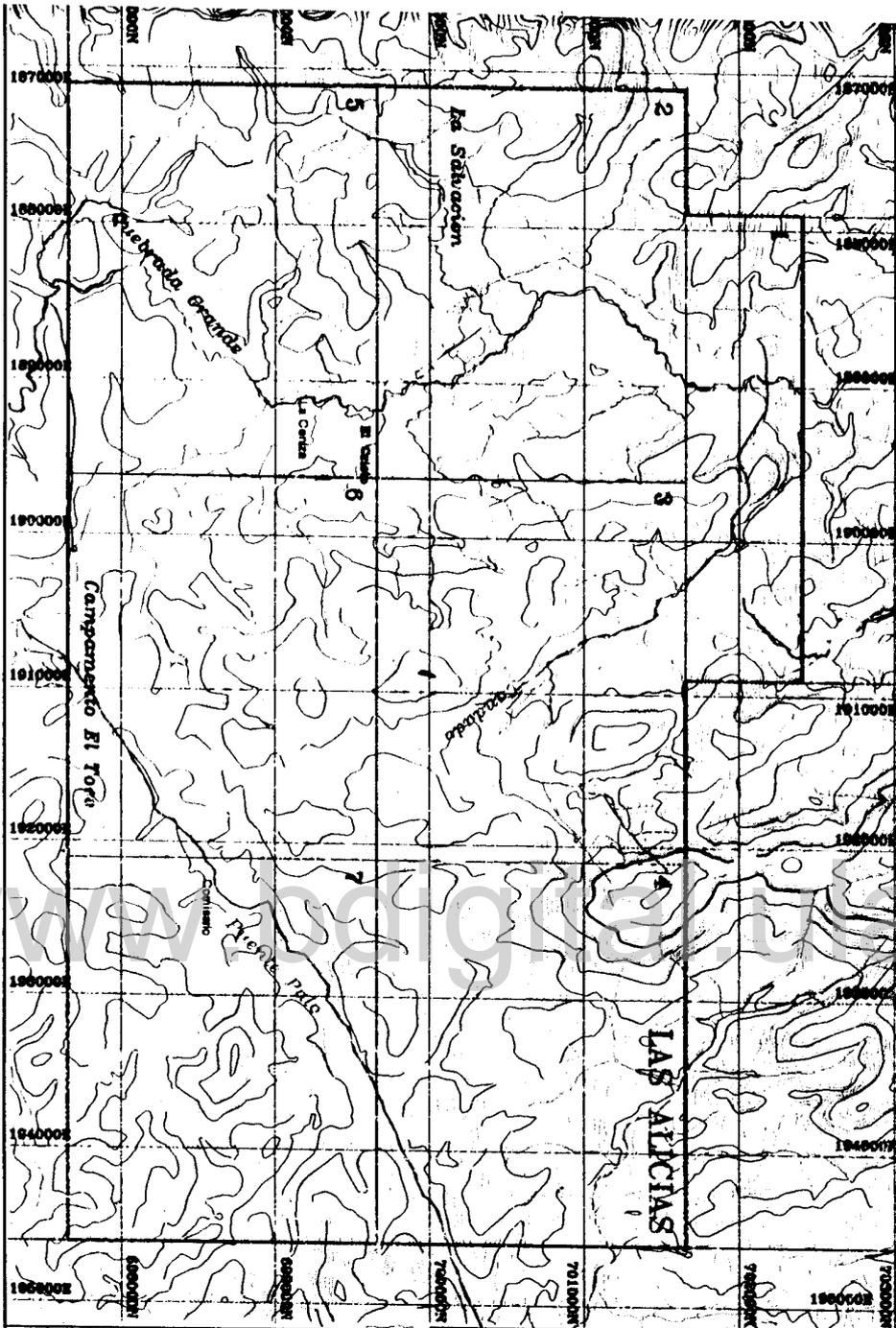


- Carpinteria
- Zona Poblada
- Via Existente (Toyota)
- Via Planificada
- Drenaje Principal
- Drenaje Secundario



UNION CONSOLIDADA SAN ANTONIO C.A.
 Fig.
 VIALIDAD, DRENAJE Y TOPOGRAFIA DE
 "SAN ANTONIO"

ESCALA:	FECHA: FEBRERO 2002	DIBUJO: EGGARD TORRES
REVISO:	APROBADO:	



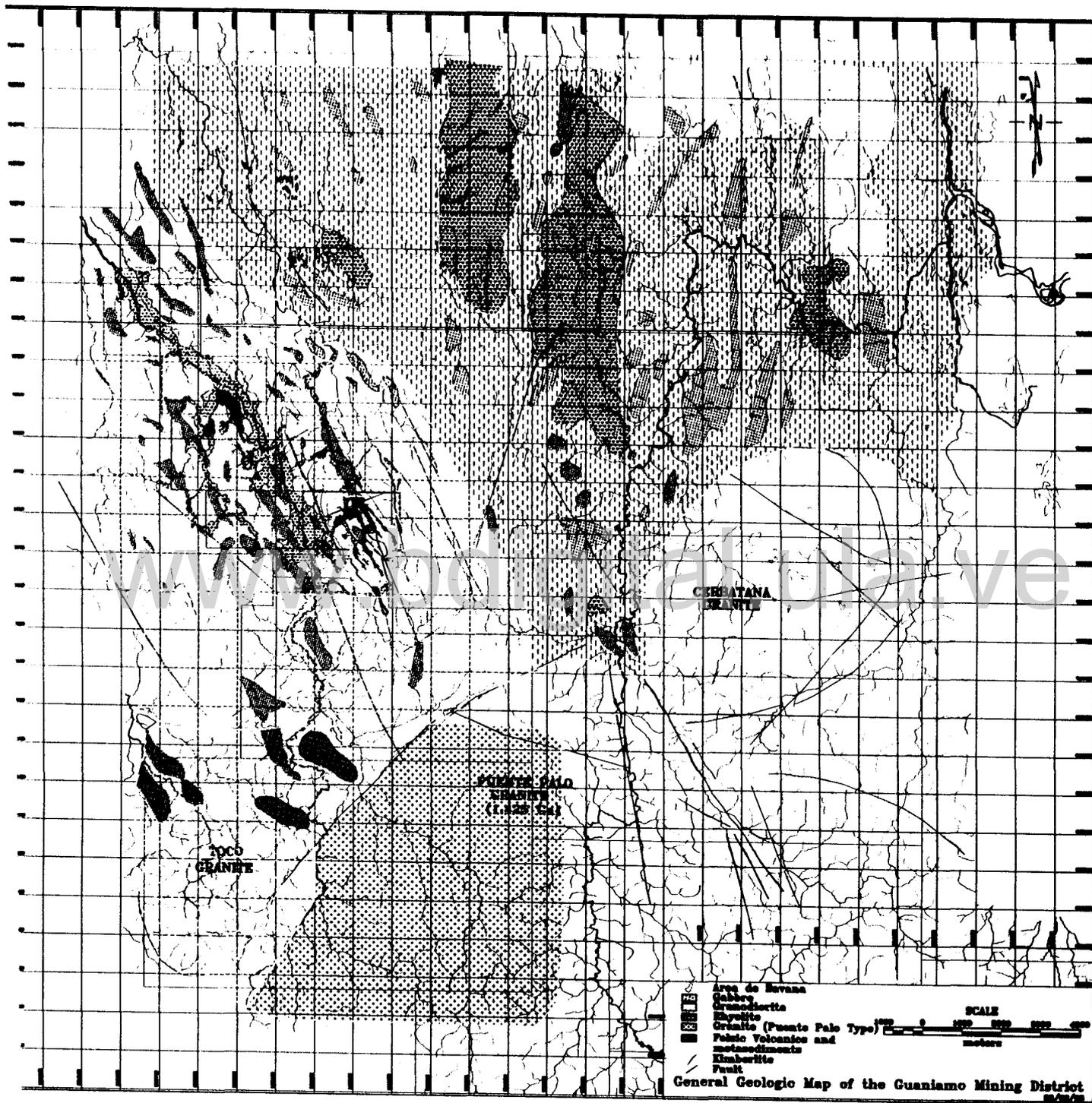
LEYENDA

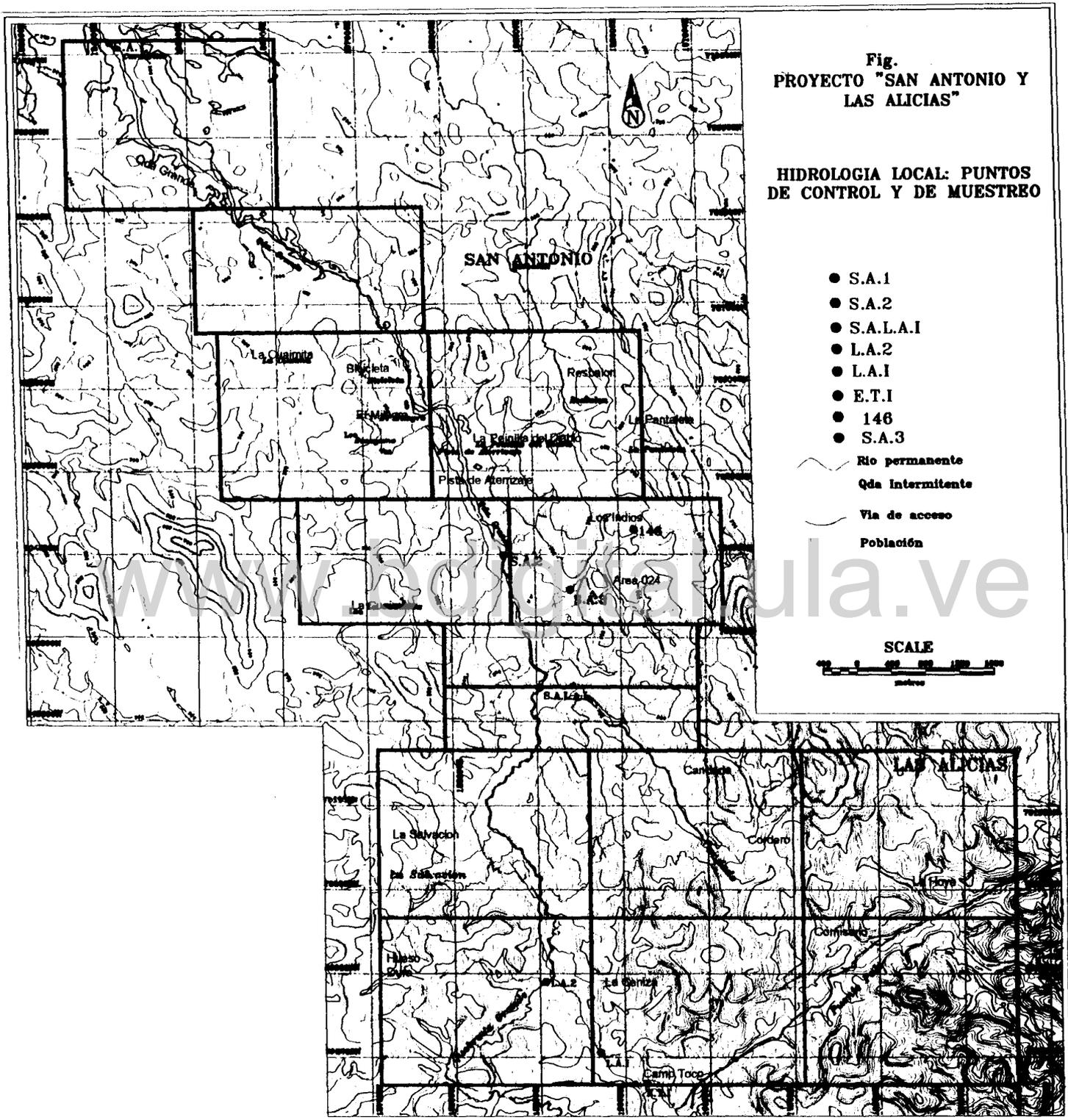
- Via Existente (Toyca)
- Drenaje Principal
- Drenaje Secundario

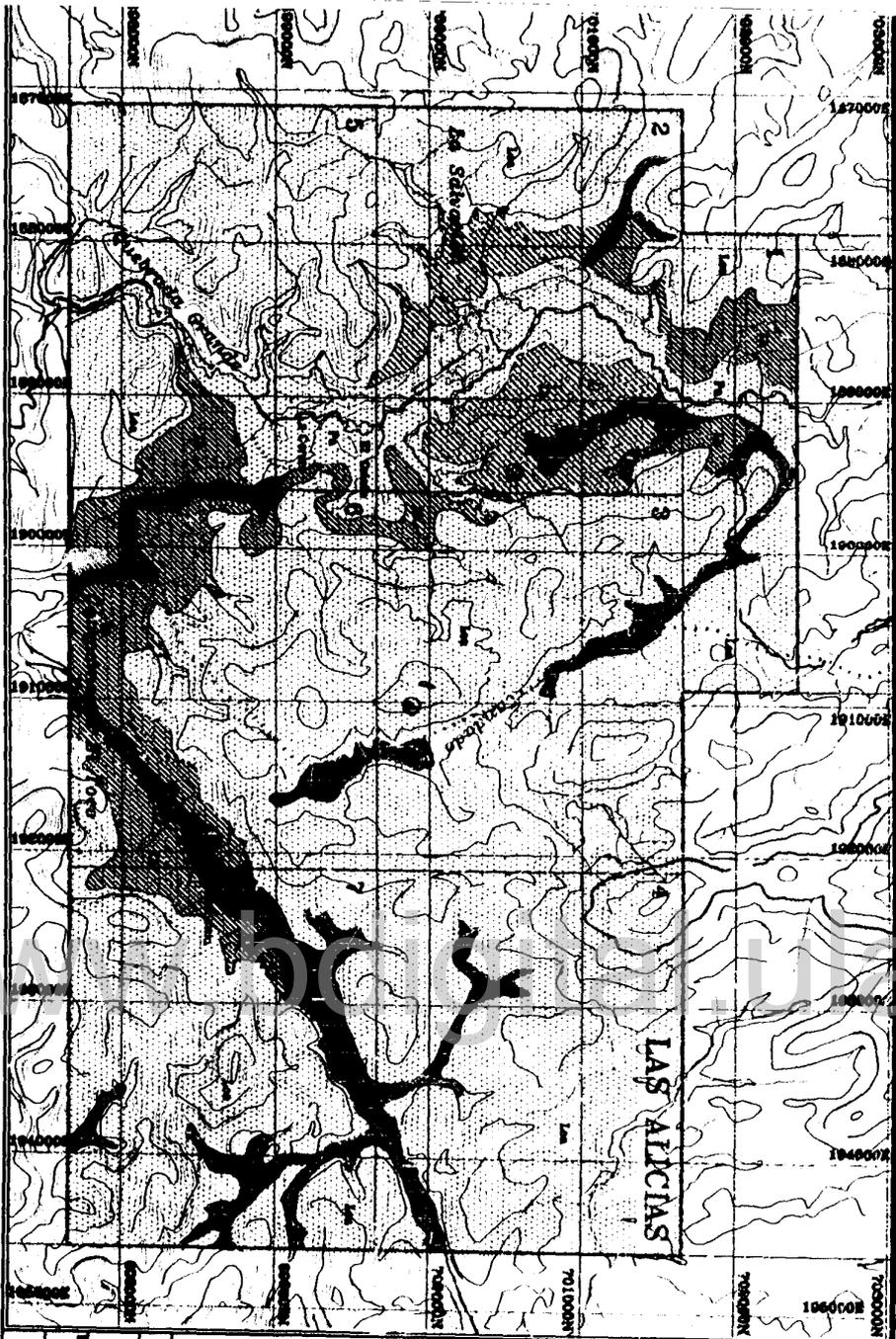
PROYECTO "SAN ANTONIO Y LAS ALICIAS"

"A" MAPA HIDROGRÁFICO Y GEORRATRO "LAS ALICIAS"

ESCALA:	1:50,000	FECHA:	MAR 2001	PROYECTO:	DESARROLLO RURAL
ELABORADO POR:	INGENIERO	PROYECTADO POR:	INGENIERO	REVISADO POR:	INGENIERO
PROYECTADO POR:	INGENIERO	REVISADO POR:	INGENIERO	APROBADO POR:	INGENIERO
REVISADO POR:	INGENIERO	APROBADO POR:	INGENIERO		







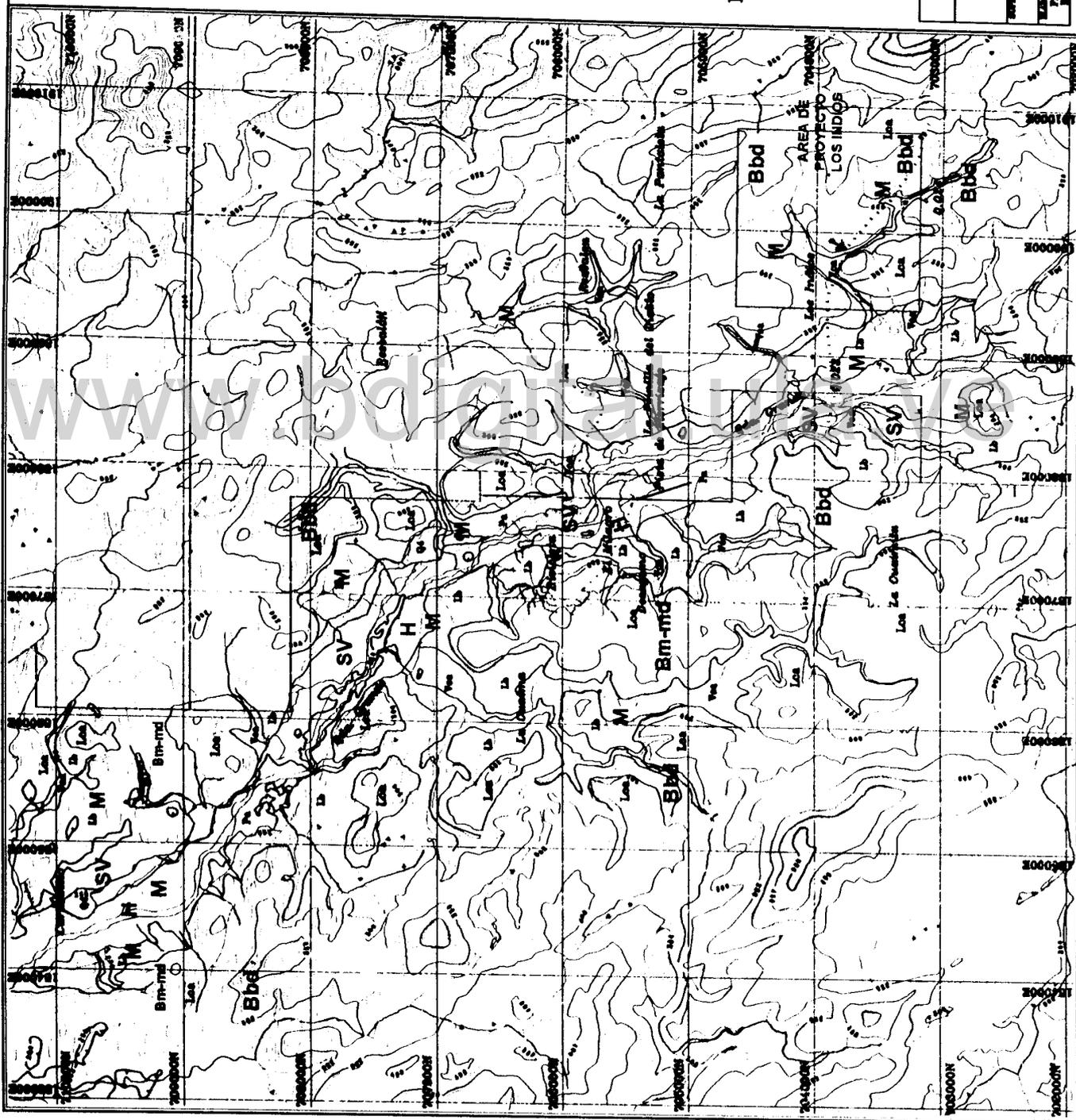
LEYENDA

1	MEZOS DE ABILACION E INTERCALATIVOS (Incluye Mezzofuturos)	SUPERFICIE ha.	%
1-1	Laseras y cultivos altos (Laa)	2800	71,25
1-2	Laseras y cultivos bajos (Laa)	420	12,21
2	MEZOS DE ACTIVIZACION (Incluye Activizables)		
2-1	Mezosa de terrenos antiguos (Ma)		
2-2	Mezosa de terrenos antiguos (Ma)	220	7,28
2-3	Mezosa de terrenos antiguos (Ma)	224	7,28
SUPERFICIE TOTAL		3944	100

PROYECTO "SAN ANTONIO Y LAS ALCÍAS"

Fig. 1 SUELO EN LAS ALCÍAS

ESTADO	VEGUER	FECHA	1981	ENCARGADO	INGENIERO JUAN CARLOS
PROYECTO	PROYECTO SUELO EN LAS ALCÍAS	FECHA	1981	ENCARGADO	INGENIERO JUAN CARLOS



➔ Zona de Levantamiento

..... Estudio de vegetación recorrido terrestre

M: MATORRAL

H: HERBAZAL

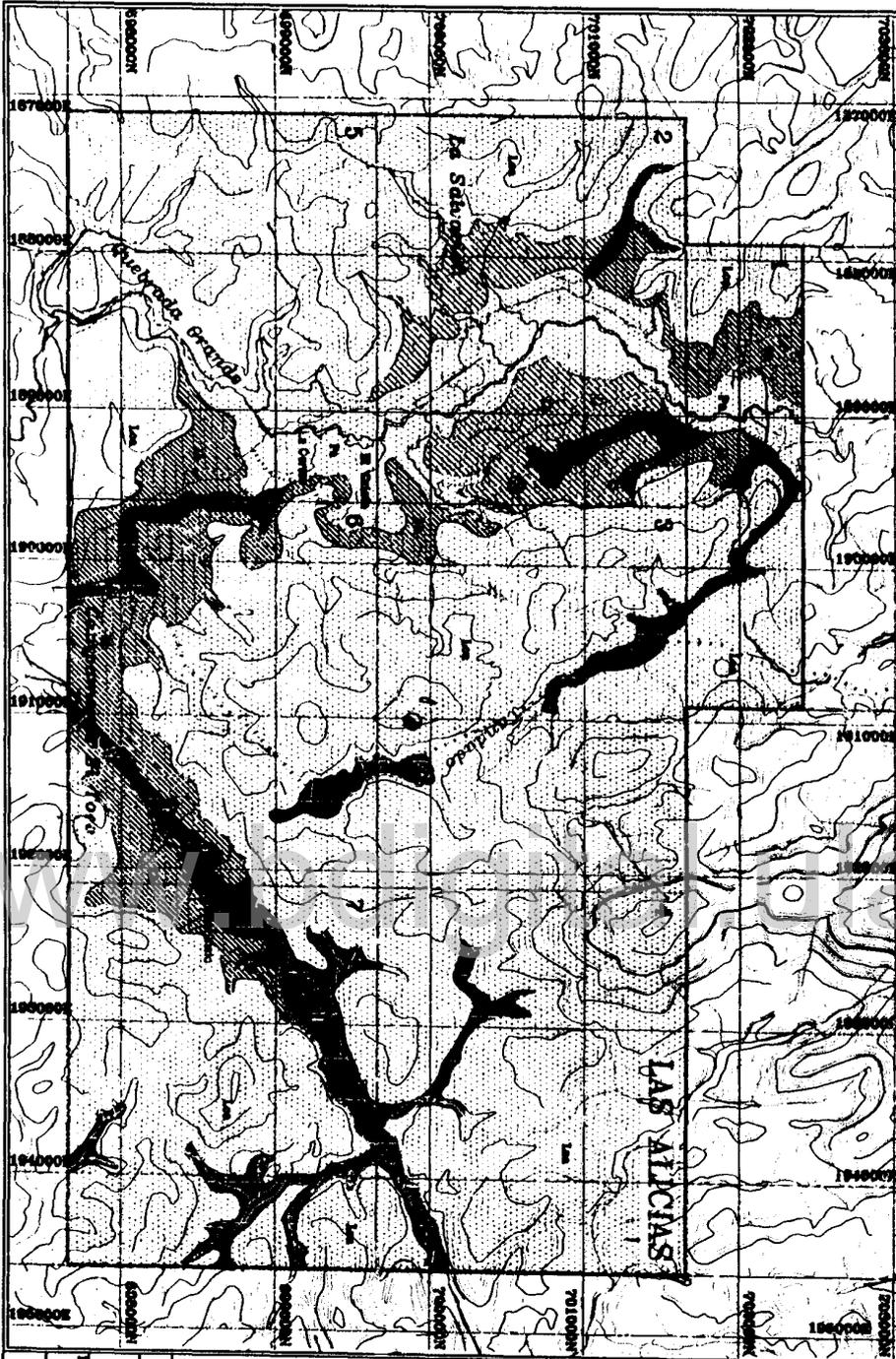
SV: SIN VEGETACION

Bbd: BOSQUE BAJO DENSO

Bm-md: BOSQUE MEDIO-A

MEDIO DENSO

PROYECTO SAN ANTONIO Y LAS ALICIAS			
Fig. SUELOS EN SAN ANTONIO			
ESTADISTICA	FECHA	ESCALA	1:50,000
ELABORADO POR	REVISADO POR		
PROYECTADO POR	APROBADO POR		



PROYECTO "SAN ANTONIO Y LAS ALICIAS"

INVESTIGACION SOBRE RECURSOS "NATURALES"

RECURSO	TIPO	VALOR	VALOR	VALOR
1	2	3	4	5
1	RECURSOS DE ABASTECIMIENTO E INTERESTIVOS (Reserva Biológica)	2000	7245	
1-1	Reserva y esteros abas (Res)			
1-2	Reserva biológica y esteros biológicos Reserva de agua y esteros biológicos Reserva de agua y esteros biológicos Reserva de agua y esteros biológicos			
1-3	Reserva biológica (Res)			1241
2	RECURSOS DE ACTIVACION (Reserva Ambiental)			
2-1	Reserva de terreno estero (Res)			
2-2	Reserva de terreno estero (Res)			
2-3	Reserva de terreno estero (Res)			
2-4	Reserva de terreno estero (Res)			
2-5	Reserva de terreno estero (Res)			
2-6	Reserva de terreno estero (Res)			
2-7	Reserva de terreno estero (Res)			
2-8	Reserva de terreno estero (Res)			
2-9	Reserva de terreno estero (Res)			
2-10	Reserva de terreno estero (Res)			
2-11	Reserva de terreno estero (Res)			
2-12	Reserva de terreno estero (Res)			
2-13	Reserva de terreno estero (Res)			
2-14	Reserva de terreno estero (Res)			
2-15	Reserva de terreno estero (Res)			
2-16	Reserva de terreno estero (Res)			
2-17	Reserva de terreno estero (Res)			
2-18	Reserva de terreno estero (Res)			
2-19	Reserva de terreno estero (Res)			
2-20	Reserva de terreno estero (Res)			
2-21	Reserva de terreno estero (Res)			
2-22	Reserva de terreno estero (Res)			
2-23	Reserva de terreno estero (Res)			
2-24	Reserva de terreno estero (Res)			
2-25	Reserva de terreno estero (Res)			
2-26	Reserva de terreno estero (Res)			
2-27	Reserva de terreno estero (Res)			
2-28	Reserva de terreno estero (Res)			
2-29	Reserva de terreno estero (Res)			
2-30	Reserva de terreno estero (Res)			
2-31	Reserva de terreno estero (Res)			
2-32	Reserva de terreno estero (Res)			
2-33	Reserva de terreno estero (Res)			
2-34	Reserva de terreno estero (Res)			
2-35	Reserva de terreno estero (Res)			
2-36	Reserva de terreno estero (Res)			
2-37	Reserva de terreno estero (Res)			
2-38	Reserva de terreno estero (Res)			
2-39	Reserva de terreno estero (Res)			
2-40	Reserva de terreno estero (Res)			
2-41	Reserva de terreno estero (Res)			
2-42	Reserva de terreno estero (Res)			
2-43	Reserva de terreno estero (Res)			
2-44	Reserva de terreno estero (Res)			
2-45	Reserva de terreno estero (Res)			
2-46	Reserva de terreno estero (Res)			
2-47	Reserva de terreno estero (Res)			
2-48	Reserva de terreno estero (Res)			
2-49	Reserva de terreno estero (Res)			
2-50	Reserva de terreno estero (Res)			
2-51	Reserva de terreno estero (Res)			
2-52	Reserva de terreno estero (Res)			
2-53	Reserva de terreno estero (Res)			
2-54	Reserva de terreno estero (Res)			
2-55	Reserva de terreno estero (Res)			
2-56	Reserva de terreno estero (Res)			
2-57	Reserva de terreno estero (Res)			
2-58	Reserva de terreno estero (Res)			
2-59	Reserva de terreno estero (Res)			
2-60	Reserva de terreno estero (Res)			
2-61	Reserva de terreno estero (Res)			
2-62	Reserva de terreno estero (Res)			
2-63	Reserva de terreno estero (Res)			
2-64	Reserva de terreno estero (Res)			
2-65	Reserva de terreno estero (Res)			
2-66	Reserva de terreno estero (Res)			
2-67	Reserva de terreno estero (Res)			
2-68	Reserva de terreno estero (Res)			
2-69	Reserva de terreno estero (Res)			
2-70	Reserva de terreno estero (Res)			
2-71	Reserva de terreno estero (Res)			
2-72	Reserva de terreno estero (Res)			
2-73	Reserva de terreno estero (Res)			
2-74	Reserva de terreno estero (Res)			
2-75	Reserva de terreno estero (Res)			
2-76	Reserva de terreno estero (Res)			
2-77	Reserva de terreno estero (Res)			
2-78	Reserva de terreno estero (Res)			
2-79	Reserva de terreno estero (Res)			
2-80	Reserva de terreno estero (Res)			
2-81	Reserva de terreno estero (Res)			
2-82	Reserva de terreno estero (Res)			
2-83	Reserva de terreno estero (Res)			
2-84	Reserva de terreno estero (Res)			
2-85	Reserva de terreno estero (Res)			
2-86	Reserva de terreno estero (Res)			
2-87	Reserva de terreno estero (Res)			
2-88	Reserva de terreno estero (Res)			
2-89	Reserva de terreno estero (Res)			
2-90	Reserva de terreno estero (Res)			
2-91	Reserva de terreno estero (Res)			
2-92	Reserva de terreno estero (Res)			
2-93	Reserva de terreno estero (Res)			
2-94	Reserva de terreno estero (Res)			
2-95	Reserva de terreno estero (Res)			
2-96	Reserva de terreno estero (Res)			
2-97	Reserva de terreno estero (Res)			
2-98	Reserva de terreno estero (Res)			
2-99	Reserva de terreno estero (Res)			
2-100	Reserva de terreno estero (Res)			
SUPERFICIE TOTAL		2000	100	

**DESCRIPCIÓN DEL APROVECHAMIENTO
ALUVIONAL**

Figura 9



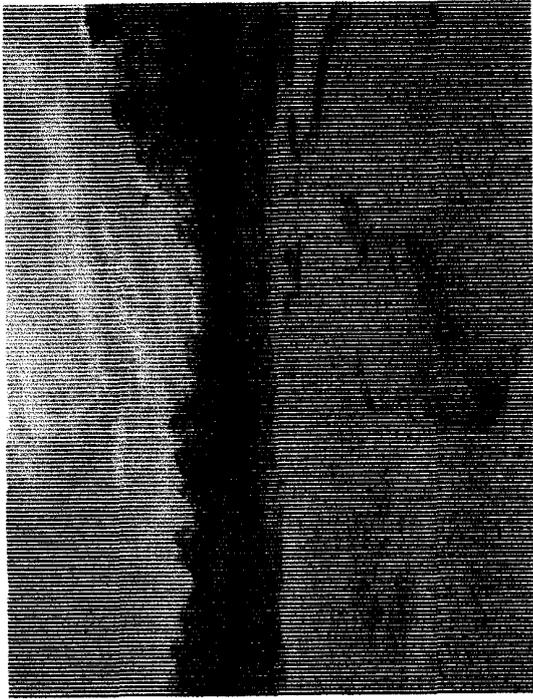
DAÑOS A LA VEGETACIÓN

Figura 10



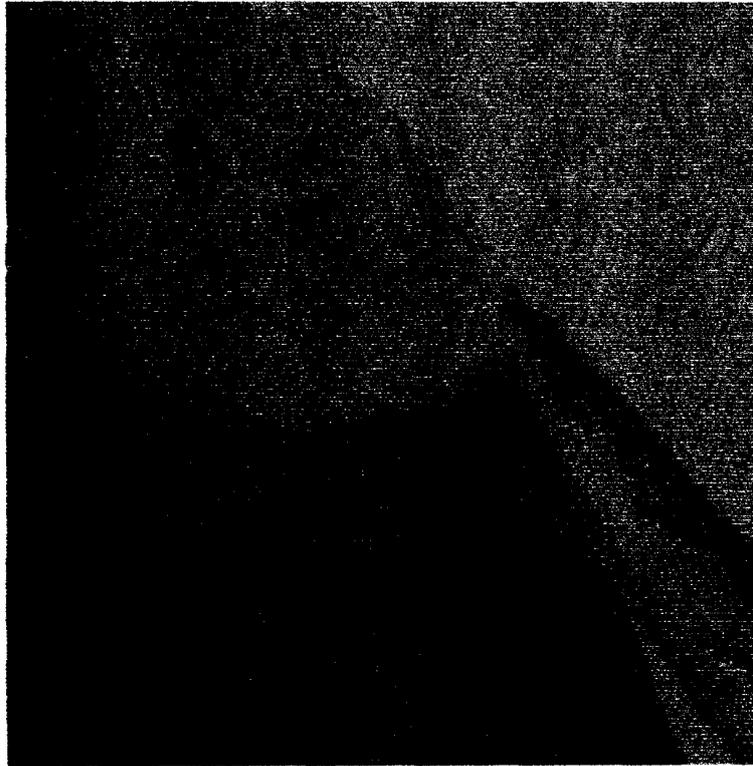
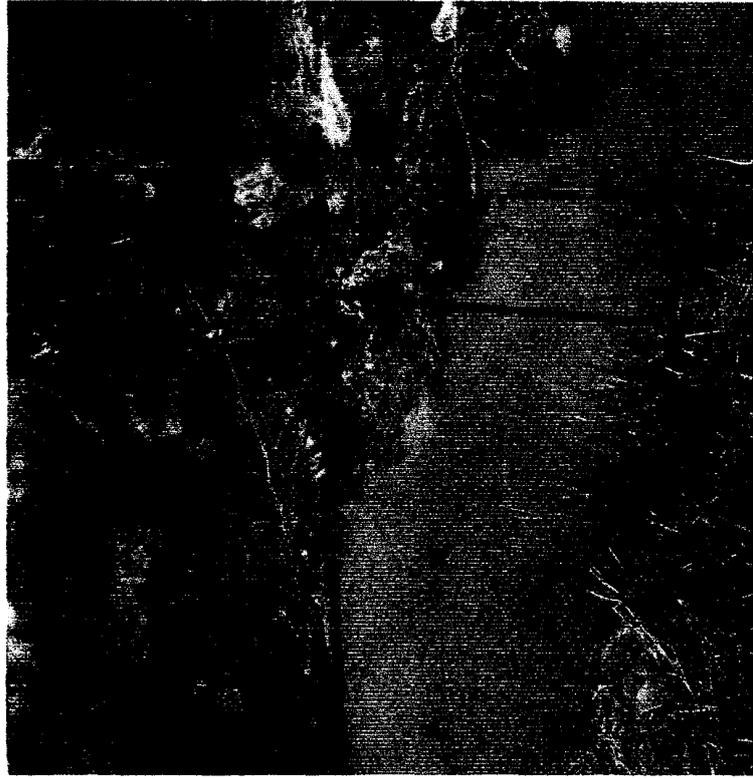
DAÑOS AL SUELO

Figura 11



DAÑOS AL AGUA

Figura 12



www.bdigital.ula.ve

Especies seleccionadas

Teca

Familia: Verbenaceae

Nombre científico: Tectona grandis

Distribución: Árbol exótico, originario del sureste asiático, su cultivo se ha extendido a África y América Latina. En Venezuela se han establecido unas plantaciones en las Reservas Forestales de Ticoporo y Caparo y en lotes menores en Portuguesa, Yaracuy y otros estados.

Generalidades: Requiere de una temperatura media anual superior a 20^o C; una precipitación de 1200mm, desarrollándose óptimamente entre los 0 y los 1000msnm. Es de copa mediana y forma irregular, presenta hojas simples, opuestas y grandes.

Su crecimiento es bastante rápido, de sistema radical profundo, requiere suelos aluvionales y arenosos, (Hoyos, 1994).

La floración ocurre en época lluviosa, por lo general entre Junio y Septiembre. La fructificación ocurre entre Enero y Marzo, y pierde todas sus hojas en la época de sequía.

La madera de teca es una de las más valiosas y mejores del mundo. Reúne prácticamente todas las propiedades deseables de la madera; se utiliza en la construcción de pilotes, pisos, durmientes de ferrocarril, carpintería en general, ebanistería, etc. Existe un gran mercado internacional para la madera de esta especie.

Aspectos silviculturales: Se reproduce por semillas y también por estacas. Las semillas deben remojarse y solearse entre 24 y 48 horas. Se recomienda eliminar el cáliz, almacenar a temperatura entre 3-5°C. El poder germinativo varía dependiendo de la fecha de recolección y del tiempo de almacenamiento. Como método de

plantación se recomienda la siembra directa de la semilla con tratamiento pre-germinativo y también se recomienda el stump.

En cuanto a su crecimiento se tiene que en condiciones óptimas el incremento medio de diámetro es de 1,95 cm/año; en altura de 1,17 m/año y el incremento volumétrico es de 8,00 m³/ha/año, para un volumen estimado al final del turno de 160m³/ha.

Enemigos naturales: Es atacada por insectos perforadores y desfoliadores inhibidores del crecimiento. El exceso de humedad puede producir la muerte del árbol o pudrición de la raíz por ataque de hongos.

Cañafístula

Familia: Caesalpiniaceae

Nombre científico: Cassia moschata. H.B.K.

Distribución: Es nativo de los trópicos asiáticos, ampliamente cultivados y naturalizados; los españoles lo introdujeron en América y durante los primeros siglos de la colonia se exportaba. En América está señalado desde Centroamérica hasta la Guayana incluyendo Las Antillas, (Hoyos, 1994).

Generalidades: Árbol de tamaño mediano, de hojas alternas, compuestas de 8-16 foliolos y caducas, copa abierta de follaje ralo. La corteza es lisa, de color gris, y se torna escamosa y de color castaño rojizo. La madera es rojiza, dura y pesada, se presta como madera de construcción.

Sus flores son de color amarillo, anaranjadas rojizas, suelen aparecer entre los meses de Marzo y Abril. Los frutos son legumbres cilíndricas, de color marrón chocolate, con longitud de 20 a 60 cm de largo. Su recolección se puede hacer entre los meses de Mayo a Junio. Las semillas son de color castaño claro lustroso, rodeado por una pulpa similar al color de miel. Requiere de tratamiento previo con agua hirviendo a 70°C (1 min.).

Sarrapia

Familia: Fabaceae

Nombre científico: Dipteryx punctata

Distribución: Se encuentran alrededor de 9 especies propias de América Tropical. La Sarrapia crece en forma silvestre en el sur de Venezuela, en el norte de Brasil y zonas de Guayana.

Generalidades: Árbol de 8 hasta 30 m de alto de tronco recto y copa frondosa, las hojas son compuestas, con 4 a 6 folíolos ovalados a oblongos. Flores en panículas cortas. Su fruto es drupáceo, presenta una sola semilla y no requiere de tratamiento pre-germinativo. La floración ocurre de Diciembre a Febrero y los frutos se recogen de Marzo a Mayo. La madera es dura, de color marrón, poros grandes y llenos de resina, blanca y olorosa.

Su importancia reside en la semilla, de la cual se extrae la “cumarina”, sustancia con sabor a vainilla que se utiliza para aromatizar licores, productos de panaderías, perfumes, jabones e industrias del tabaco.

Trompillo

Familia: Meliaceae

Nombre científico: Guarea trichilioides L.

Distribución: Se encuentra desde Las Antillas, América Central hasta Argentina y Sur de Brasil, en Venezuela se encuentra en el bosque húmedo tropical y bosque húmedo pre-montano, (Aristeguieta, 1973).

Generalidades: Árbol con altura total promedio de 30 m, copa grande, fuste recto cilíndrico, corteza externa de color café, apariencia rugosa, con 1 cm de espesor, corteza interna de color café claro a rosado. Presenta hojas compuestas, alterna

pinnada, grandes sin estípulas de borde entero. Inflorescencia en racimo axilar. Fruto cápsula coriácea o leñosa de 2-5 semillas por fruto.

Fructifica en mayo-junio, número de semillas por kilogramo 2000, capacidad germinativa del 65% en 60 días. La madera es de color variable, gris, rosado o marrón-grisáceo, no presenta una clara demarcación entre albura y duramen.

El trompillo se clasifica como una madera de dureza mediana y moderadamente pesada, se considera resistente al ataque de hongos e insectos. Es usada en muebles, marcos de ventanas, contra enchapado, tableros de partículas, útiles de cocina, construcción de vigas, machihembrado, etc.

Algarrobo.

Familia: Caesalpiniaceae.

Nombre científico: Hymenaea courbaril L.

Distribución: México, Centroamérica, Las Antillas, Norte de Sur América, hasta Bolivia y Perú, en Venezuela existe en Los Llanos Centrales, Guayana y las selvas tropofilas del Norte y Occidente del país.

Generalidades: Es de tamaño mediano a grande, de copa redondeada y ampliamente extendida, con altura promedio de 40 m. Presenta hojas compuestas bifoliadas, asimétricas. Flores grandes, blancas en panículas pequeñas, fruto legumbre gruesa, leñosa indehiscente de 10 a 15 cm de largo de color marrón tomado de Hoyos, 1994, contiene de 5-10 semillas. La madera es de color rojo amarillento, dura y pesada, con resistencia mecánica muy alta, posee una resistencia altamente durable en condiciones normales. Se usa en carpintería, ebanistería, parquet, vigas, elementos estructurales, puentes, botes, etc.