

DISEÑO RACIONAL PARA LA RESTAURACIÓN DE SUELOS LATERÍTICOS MINADOS.

Ing. Delfina Guilarte Alpajón

ISMM. Dr. Antonio Nuñez Jiménez. Las coloradas S/N. Moa. Holguín

C.P 83329.Fax.(53)-(24)-6-2290/6-2326

E mail.: dguilartea@moa.minbas.cu

ABSTRACT

The exploitation of menas containing nickel tribute to de development of de country but it brings about one accelerated dignation of the soils where it is reflected by the heights that are produced in the fisiogeografical modifications, therefore the objective of this work is to show the design but the projection of the final configuration of this soils as right measurement of the impact produced.

The alternatives are shown by the application of the rehabilitation of the areas during the exploitation with the analysis, furthermore the factors that appear in the general planificación of the integrated exploitation and the landscape and ne methodology for the restored projection.

Its principal results are the obtención of one design that allows a mining rentable operation and one economically viable restoration with one integration of the assembly with the characteristics of the natural landscape surrounded.

La explotación de menas níquelíferas contribuyen al desarrollo económico del país pero a su vez conlleva a una degradación acelerada de los suelos donde se muestra por las alteraciones que se producen en las modificaciones fisiogeográficas; por eso el objetivo de este trabajo es mostrar el diseño para la proyección de la configuración final de estos suelos como medida correctora del impacto producido.

Se muestra las alternativas que se pueden aplicar en la rehabilitación de las áreas durante la explotación, con el análisis además de los factores que intervienen en el planeamiento general de la integración de la explotación y el paisaje y la metodología para la proyección de la restauración.

Sus principales resultados son la obtención de un diseño que permita una operación minera rentable y una restauración económicamente viable con una integración del conjunto lo mas acorde posible con el paisaje natural circundante.

INTRODUCCIÓN

El estado que presentan las superficies después de finalizadas las actividades mineras conspira en mucho de los casos con la calidad de vida por lo que es necesario tener una concientización de acción de la sociedad y pensar en un aprovechamiento racional del recurso por la degradación paisajística que

ocasiona, de aquí su relación con la recuperación de éstas áreas de manera que en unos casos se podrá recuperar su uso original o establecer uno nuevo.

En el caso particular de los yacimientos lateríticos , la aplicación de otros usos tiene su limitaciones por las características propias del material que se extrae y se deposita como escombro; pero teniendo en cuenta el lugar donde se ubican estos, donde la proximidad del entorno presenta un desarrollo urbanístico acelerado, bien pueden estas áreas ser utilizables no sólo con fines forestales sino también dándole un uso de tipo social que retribuiría parte de las áreas desbastadas.

Es importante tener en cuenta que al proponerse estos usos o formas de recuperación deberá mantenerse la combinación con la reforestación y ajustarse a las necesidades de la zona y su entorno por lo cual se hace necesario hacer una proyección de la rehabilitación en correspondencia con la planeación general de la extracción.

Para llevar a cabo este trabajo se tuvo en cuenta la siguiente **metodología de investigación**:

- 1.- Análisis del medio físico.
- 2.- Factores que condicionan la rehabilitación
- 3.- Posibilidades, inconvenientes y premisas para llevar a cabo la revegetación.
- 4.- Preparación del terreno para realizar la rehabilitación
- 5.- Requerimiento y soluciones para implantar un determinado uso
- 6.- Corrección necesaria para realizar la rehabilitación.
- 7.- Trabajo de protección y procesos para ejecutar la recuperación
- 8.- Análisis de la rehabilitación actual y determinación del coeficiente de recultivación.
- 9.- Nuevas propuestas de recuperación de áreas minadas
- 10.- Metodología para la proyección.

El proceso para la evaluación de usos de alternativas y la restauración integral de los suelos lateríticos se muestra a través de un diseño según el **grafico # 1**.

Es sumamente importante el análisis de etapas donde se puedan valorar la posibilidades aplicación de las diferentes alternativas o su eliminación al encontrarse inconvenientes cuando se analiza el medio físico y factores que intervienen en la elección .

Etapa I.(E I).Elimina varios usos por lo que pueden variarse las alternativas, adquirir nueva información del Medio Físico (MF) y reelaborar los objetivos. Se analiza las características económico y social del entorno, así como los usos actuales, el crecimiento de la población y los planes de desarrollo.

Etapa II. (E II). Es un proceso más global no se detalla mucho pudiéndose obtener empleando algunas técnicas como listas de chequeo conocidas, verificando las limitaciones físicas o químicas que impidan el uso.

Etapa III. (E III). Aquí se estimarán inversiones y costos necesario para un uso determinado.

Las alternativas para un uso determinado se muestra en la **Tabla I**

Con vistas a automatizar el proceso de restauración se confeccionó el algoritmo de trabajo que se muestra en el **gráfico # 2**

DESCRIPCION DEL ALGORITMO

Planteamiento del problema. (2) Análisis de las fuentes. (3) Enunciado de problemas no resueltos(4) Planteamiento de los objetivos(5) Definición de tareas para alcanzar los objetivos. (6) Estudio, inventarización y recopilación de datos del medio físico. (7) Propuesta de la alternativa del uso del terreno para la variante de rehabilitación(**Tabla II**) (8) Requerimientos y soluciones del área para uso propuesto (9) Combinación de alternativas. (10) Determinación de las propiedades (físico, químico, mecánica) y características del relieve(11) Factores que condicionan un determinado uso (**Tabla I**) (12) **Etapas para la valoración de alternativas**(13) Análisis preliminar económico social.(ETAPA I). (14) Análisis preliminar ambiental.(ETAPA II). (15) Análisis preliminar final. ETAPA III). (16) Definición de la variante por su viabilidad(17) Acondicionamiento del terreno. (18) Corrección de alternativas con la rehabilitación definida(19) Trabajos y procesos de protección de la variante de rehabilitación . (20) Descripción de los requerimientos para los proyectos de explotación (21) Análisis del cumplimiento de los objetivos. (22) Discusión y aprobación del informe(23) Aplicación de los resultados. (24) Fin

La recuperación mantiene una estrecha relación entre la vegetación y los usos del terreno, de manera que las limitaciones que puedan surgir en el establecimiento o durante el crecimiento de las plantas suponen también restricciones en la elección del uso.

Es importante señalar que la recuperación puede llevarse a cabo por la revegetación la cual juega un papel protagonista aunque no deja de tener ciertas desventajas que presenta

Es importante cuando se lleva cabo la vegetación tener en cuenta los factores que influyen en el desarrollo de las plantas tales como: **Climatológicos** (Temperatura, precipitación, viento);**Edáficas físico**(textura del suelo, densidad, porosidad y compactación, calor, estabilidad);**Edáfico químico**(Toxicidad, metales pesados, solubilidad de los metales, concentración crítica de los metales, acidez y alcalinidad, nutrientes y salinidad.

Por otra parte debe tenerse en cuenta los tipos de especies vegetales a aplicar en los terrenos afectados.

TIPO DE ESPECIES VEGETALES UTILIZADAS EN TERRENOS AFECTADOS

Para uso agrícola: Se utilizan especies que proporcionan un establecimiento rápido a la cubierta vegetal y alta productividad.

Para el uso de hábitat para la fauna: Se emplean especies autóctonas y naturalizadas. Especies que proporcionen semillas, frutas que sean de gusto agradables, lugares para nidificar, etc.

Uso original para el establecimiento de la vegetación: Especies autóctonas, producción para madera o para alimentos, especies que se regeneran después de incendios.

Uso recreativo: Especies tolerantes desarrolladas para cubrir terrenos deportivos, especies que soporten el pisoteo, especies de baja productividad.

Los estériles fundamentalmente los que se acumulan en las escombreras por ser estos las áreas fundamentales a rehabilitar deben someterse a determinados ensayos para garantizar su uso definitivo entre los que podemos mencionar: curva granulométrica, peso específico, plasticidad, compactación, capacidad portante, resistencia a la compresión, permeabilidad, concentración de azufre y PH.

El resultado de estos análisis se conocen de forma general en los yacimientos lateríticos pero para cada uso en particular que se desee dar al terreno deben realizarse debido a que el comportamiento de los indicadores puede ser diferente según las exigencias que requiera la utilización del terreno.

Al proyectar la rehabilitación no sólo se valora el análisis de las posibles alternativas sino otros aspectos como: los puntos de interés singular y las limitaciones para otros usos.

Puntos de interés singular: Posibilidad de explotación turística, valor científico didáctico, accesibilidad Discordancia angular, erosiva, interés geomorfológica y tectónico, procesos fluviales y cárnicos originando un modelado que cambien valles encajados, cascadas, pozos, etc; en el caso particular por los problemas de polución que se presentan en estos suelos minados no es factible utilizarlos.

Limitaciones para otros usos

Condiciones de cimentación: Son limitaciones para actividades constructivas por poca capacidad portante, riesgo de colapso u otras limitaciones geotécnicas.

Inestabilidad de las laderas: Zona sujetas a deslizamientos de masa, probabilidades para la construcción y otras actividades.

Preservación de suelos: Zonas de mayor calidad de suelo con prioridad agrícola para la producción de alimentos.

Inundaciones: Zona inestable de larga permanencia.

Protección de aguas subterráneas: Zonas de usos de vertederos de sustancias contaminantes, instalaciones urbanas e industriales o actividades agrícolas con uso intensivo de pesticidas, herbicidas o fertilizantes por existencia de acuífero debido a existencia de acuífero importantes situados bajo formaciones permeables.

Teniendo en cuenta todas las condicionantes expuestas anteriormente puede llevarse a cabo la proyección de los proyectos de rehabilitación para dar cumplimiento a la legislación vigente acerca de la protección del medio ambiente cuando se realizan proyectos para la explotación minera según la siguiente metodología.



METODOLOGÍA PARA LA PROYECCION DE LA REHABILITACION.

1.- Datos iniciales para elaborar el proyecto. 2.- Condiciones naturales de la región para los trabajos de rehabilitación. 3.- Características ingeniero - geológicas . 4.- Características hidrológicas e hidrogeológicas. 5.- Características edafológicas y pedológicas. 6.- Características de la empresa por su influencia dañina al medio. 7.- Tipo y parámetros de terrenos degradados. 8.- Determinación de la dirección óptima de rehabilitación. 9.- Plan general y planificación vertical. 10.- Régimen de trabajo de la rehabilitación. 11.- Esquemas tecnológicos de rehabilitación de terrenos degradados. 12.- Medidas especiales de rehabilitación. 13.- Plan calendario de rehabilitación. 14.- Índices técnico - económicos. . 15.- Paquete gráfico.

CONSIDERACIONES GENERALES

- * La efectividad de las alternativas de rehabilitación de las áreas dañadas dependerá del análisis de las particularidades de cada área afectada para definir cual será la óptima.
- * El estudio de la integridad de los factores que intervienen en la aplicación de variantes para recuperar las áreas minadas permitirá realizar una explotación racional e integral del recurso mineral.
- * La metodología para la proyección de la rehabilitación posibilita tiempos mínimos de recuperación de áreas afectadas y la viabilidad del proyecto minero desde el punto de vista ecológico - económico y social.
- * El algoritmo y el diseño presentado para la evaluación de la recuperación permite una mejor organización y planeación general de la explotación minera en los yacimientos de níquel.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Aspectos geológicos de protección ambiental. Volumen I .Oficina regional de ciencia y tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe. Uruguay 1995.
- 2.- Carpeta de apuntes del Seminario Internacional de explotación minera y Medio Ambiente. La Habana .1996.
- 3.- Fornasari Filho Nilton. Experimentos de revegetación destinados al control de erosión en cuerpos de Bata-Fora da mina de CaraBravo-Go. Congreso Brasileño de Geología, Goiânia, Goiás, 1996 V I.
- 4.- Gorlov, V.D., - Rehabilitación de terrenos en canteras, Ed. Nedra, Moscú, 1981.
- 5.- IBAMA. 1990. Manual de Recuperación de áreas degradadas por la minería. Técnicas de revegetación. Ibama. Brasilia. 96 p.
- 6.- Manual metodológico para la identificación, preparación y evaluación de proyectos ambientales. DNP. República de Colombia.
- 7.- Posibilidad de integración de los terrenos afectados por las canteras y minas a cielo abierto. 1989.
- 8.- Repoblaciones forestales D: G: de Medio Ambiente, MOPU, Madrid, 1989.
- 9.- Tecnologías para la reforestación de áreas degradadas por la minería.

Gráfico 2 ALGORITMO

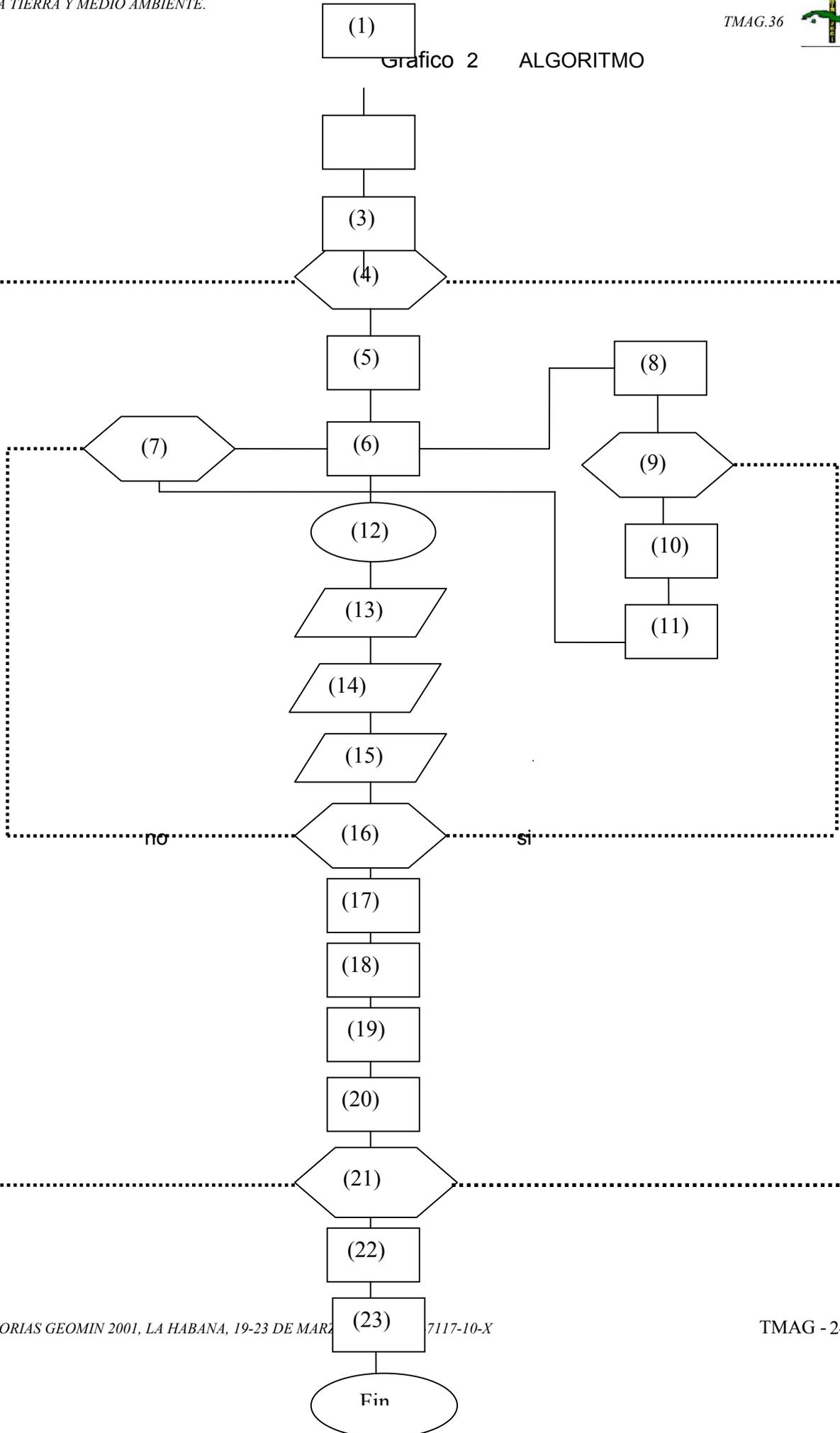


Gráfico # 1 PROCESO DE EVALUACIÓN DE USO DE ALTERNATIVAS

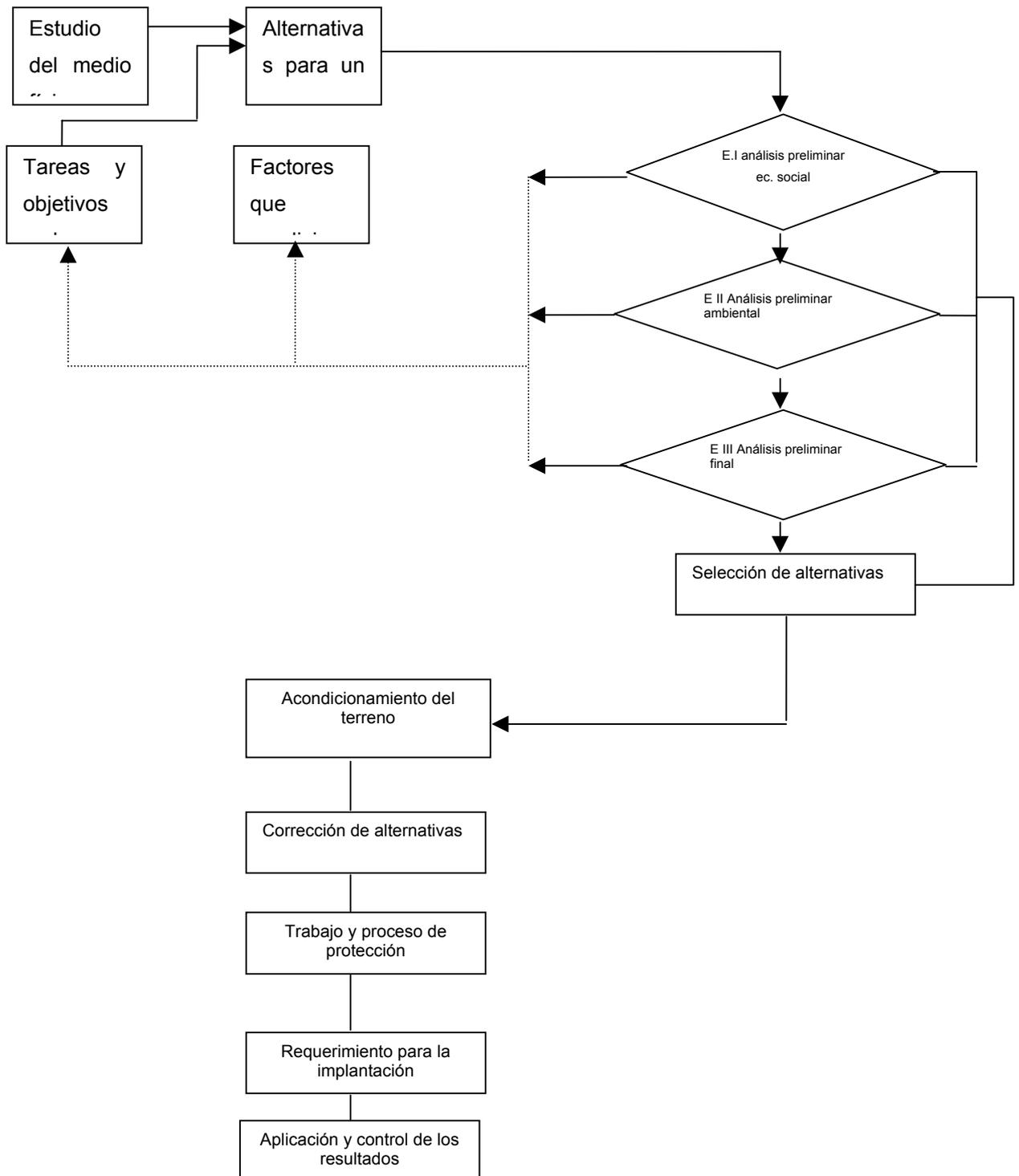




TABLA I ALTERNATIVAS PARA UN USO DETERMINADO EN LOS YACIMIENTOS LATERITICOS.

TIPO DE USO	AREAS IDONEAS	ALTERNATIVAS	REQUERIMIENTOS	MEDIDAS DE SOLUCION
Agrícola (A)	Huecos superficiales y escombreras	Siembra de almendros, marañón (silvicultura y entomología)	<ul style="list-style-type: none"> - Huecos de excavaciones grandes y poco profundas. - LIMITACIONES: a) Química: acidez/alcalinidad, Nutrientes y toxicidad. b) Físicas: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Pendiente < 15 % ◆ Pendiente < 5% ◆ Uso de plantaciones de seco. ◆ Disponibilidad de agua. ◆ Protección de las aguas subterráneas por el uso de plaguicidas. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Añadir materia orgánica. ❖ Combinar la granulometría en el suelo ❖ Posible aportación de nutrientes ❖ Buen drenaje ❖ Modificar pendientes si se necesita. ❖ Establecimiento de la cobertura vegetal.
Forestal y Areas verdes (B)	Escombreras o laderas	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Siembra de plantas decorativas (viveros de viveros u obtenida por tecnología de invitro) ◆ Apicultura ◆ Siembra de arboles como casuarina, almendros y arbustos como la dracena cubensis, hácacos, yagruma que proliferan muy bien en la zona. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se precisan suelos de gran fertilidad. - Limitaciones en taludes con pendientes >70 % (35°). - Superficies de cierta extensión (> 0.25 ha). - Espesor del suelo y subsuelo para su instauración diferente según la especie. - Estudio de la composición química del suelo, PH. - Construcción de escombreras con parámetros acorde con parámetros a estas alternativas 	<ul style="list-style-type: none"> - Añadir materia orgánica. - Posible aportación de Nutrientes según adaptación a estas especies. - Crear micro viveros de estas plantas para su reproducción o aplicar la técnica invitro.
Recreativo y deportivo (C)	Zonas con cotas por encima del sector residencial y donde esté presente la serpentina.	<ul style="list-style-type: none"> • Parque de diversiones • Complejo deportivo • Miniparque zoológico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabilidad de taludes. - Zonas > de 10 has. - Zonas con agua cercanas. - Ubicación contraria o adyacente a la dirección del viento. - Ensayos de la capacidad portante del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Remodelado del terreno. - Corrección de pendientes. - Medidas estructurales si son necesarias. - Necesidad de mantener la capacidad del suelo y siembra de árboles secanos frondosos para climatizar la zona inmediato a la culminación de la extracción.



TABLA I ALTERNATIVAS PARA UN USO DETERMINADO EN LOS YACIMIENTOS LATERITICOS.(continuación)

TIPO DE USO	AREAS IDONEAS	ALTERNATIVAS	REQUERIMIENTOS	MEDIDAS DE SOLUCION
Industrial urbanístico (D)	Depresiones y escombreras estables	<ul style="list-style-type: none"> - Presas de colas hidráulicas. - Almacenes industriales 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de taludes y control de la erosión. - Estudio de características geotécnicas de los terrenos para cimentaciones. - Localización cerca de núcleos urbanos y rurales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Remodelado para reducir pendientes. - Obras de drenaje. - Medidas estructurales cuando sea necesario
Vertederos de basuras y estériles (E)	Zonas de pendiente suave o llana y depresiones de profundidad media(todas poco visibles)	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Vertederos con residuos urbanos para la obtención del biogas. ♦ Vertederos industriales (residuos de plantas metalúrgicas que propicien el crecimiento de la cubierta vegetal en taludes y escombreras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de la permeabilidad de materiales y rocas. - Clasificación correcta de los vertidos. - diseño de los vertederos por su capacidad de carga y ubicación respecto a zonas urbanas. - Facilidad de acceso. - Análisis de la cercanía respecto al manto freático. - Análisis químico de residuos de planta metalúrgicas con componentes orgánicos para la reforestación 	<ul style="list-style-type: none"> - Impermeabilización - Mejoras de drenaje interno y superficial.



TABLA II FACTORES CONDICIONANTES PARA UNA REHABILITACION RACIONAL

