

PROPUESTA DE GUÍA METODOLÓGICA PARA LA DISPOSICIÓN DE
SOBRANTES PROVENIENTES DE CORTES Y EXCAVACIONES DE
PROYECTOS VIALES EN ZONAS RURALES DE COLOMBIA, ESTUDIO DE
CASO SANTA MARÍA, BOYACÁ

ALEJANDRA MARÍN PÉREZ

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL
BOGOTÁ, DICIEMBRE DE 2012

PROPUESTA DE GUÍA METODOLÓGICA PARA LA DISPOSICIÓN DE
SOBRANTES PROVENIENTES DE CORTES Y EXCAVACIONES DE
PROYECTOS VIALES EN ZONAS RURALES DE COLOMBIA, ESTUDIO DE
CASO SANTA MARÍA, BOYACÁ

ALEJANDRA MARÍN PÉREZ

Proyecto de grado para optar el título de Especialista en Gerencia Ambiental

Director
JULIO CÉSAR RAMÍREZ RODRÍGUEZ
Ingeniero Químico. Magister en Ingeniería Ambiental

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL
BOGOTÁ, DICIEMBRE DE 2012

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma de jurado

Firma de jurado

Dedicatoria

A Dios: *Por darme la oportunidad de vivir, concederme salud y por estar conmigo siempre. Por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio, además de su infinita bondad y amor.*

A mi madre: *Libia Margoth; por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente conservado a través del tiempo.*

A mi amor: *Alfredo; por apoyarme en todo momento, por brindarme su amor y comprensión y por hacerme la mujer más feliz del mundo.*

A mi asesor: *Julio César; por haberme guiado en la realización de este documento.*

A mis demás familiares: *Shirlady, Claudia, Juan Miguel y Daniela, quienes me dan la fortaleza para seguir adelante.*

CONTENIDO

GLOSARIO.....	10
INTRODUCCIÓN	13
1. ANTECEDENTES.....	14
2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
3. JUSTIFICACIÓN.....	18
4. OBJETIVOS	20
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
5. MARCOS REFERENCIALES	21
5.1 MARCO TEÓRICO	21
5.1.1 Descripción de proyectos	22
5.1.2 Almacenamiento temporal de los sobrantes o escombros	23
5.1.3 Transporte de los sobrantes o residuos sólidos.....	23
5.1.3 Disposición final	24
5.1.3.1 Documentación para disposición final.....	24
5.2 MARCO CONCEPTUAL.....	25
5.2.1 Material sobrante de corte o excavación.....	25
5.2.2 Escombro	25
5.3 MARCO LEGAL	26
5.3.1 Normatividad nacional	26
5.3.2 Normatividad ambiental	27
5.3.3 Normatividad minera.....	28
6. ALCANCE Y LIMITACIÓN.....	30
7. METODOLOGÍA	30
7.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	32
7.2. FASES DE LA INVESTIGACIÓN	32
8. DISEÑO EXPERIMENTAL	33
9. ASPECTO FINANCIERO.....	34
9.1 PRESUPUESTO REQUERIDO.....	34
9.2 PUNTO DE EQUILIBRIO.....	34
10. ANÁLISIS DE RESULTADOS	35
10.1 REQUISITOS GENERALES.....	36
10.2 GUÍA METODOLÓGICA.....	37
10.2.1 Identificación de las zonas potenciales de uso	37
10.2.2 Viabilidad ambiental.....	38
10.2.3 Consulta a Planeación municipal -. Certificado de uso del suelo.....	38
10.2.4 Concepto de la autoridad ambiental competente	38
10.2.5 Concertación con el propietario del predio.....	39
10.2.6 Evaluación de las condiciones físicas, bióticas y sociales	39
10.2.6.1 Manejo de la vegetación.....	40
10.2.6.1.1 Recomendaciones generales.....	40
10.2.6.2 Fauna	54
10.2.6.2.1 Metodología	54
10.2.6.3 Social	55
10.2.6.3.1 Metodología	55

10.2.7 Identificación de variables hidrometeorológicas	57
10.2.8 Levantamiento topográfico	57
10.2.9 Estudios geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e hidrogeológicos.....	59
10.2.10 Consideraciones para el diseño geotécnico	60
10.2.11 Consideraciones para el diseño hidráulico	63
10.2.12 Especificaciones de construcción del ZODME	63
11. CONCLUSIONES	66
12. RECOMENDACIONES.....	67
BIBLIOGRAFÍA	68

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Descripción de proyectos	22
Cuadro 2 Esquema metodológico	31
Cuadro 3 Información recopilada en el inventario forestal.....	42
Cuadro 4 Análisis de vegetación por clase de altura.....	42
Cuadro 5 Análisis de vegetación por volumen comercial	42
Cuadro 6 Tratamiento planteado para la vegetación existente	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diseño experimental	33
Figura 2. Predio para ZODME Freddy Aldana	35
Figura 3. Predio para ZODME Pedro Jaimes.....	36
Figura 4. Proceso de tala.....	44
Figura 5. Drenaje en espina de pescado	47
Figura 6. Modelo de espina de pescado	48
Figura 7. Método de plantación de especies arbustivas y arbóreas	52
Figura 8. Diagrama de proceso de elaboración del ZODME	65

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Inexistencia de ZODMES.
- Anexo 2. Autorización del propietario del predio.
- Anexo 3. Planilla de inventario forestal.
- Anexo 4. Ficha técnica de registro por individuo.
- Anexo 5. Formato único nacional de aprovechamiento forestal.
- Anexo 6. Manejo geotécnico y de aguas.

GLOSARIO

Acopio: La acción tendiente a reunir residuos sólidos en un lugar determinado y apropiado para su recolección, tratamiento o disposición final.

Ambiente: Es cualquier espacio de interacción y sus consecuencias, entre la Sociedad (elementos sociales y culturales) y la Naturaleza (elementos naturales), en un lugar y momento determinados.

Amenaza: Probabilidad de ocurrencia de un evento que cause daños materiales o pérdidas de vidas en un lugar y en un lapso de tiempo determinados.

Antrópico: Producido o alterado por acción humana; sinónimo de artificial.

Arcilla: Suelo finogranular, o la porción finogranular de un suelo que puede presentar un comportamiento plástico dentro de un intervalo de contenido de humedad más o menos amplio y que tiene una considerable cohesión cuando se seca al aire. Partículas de un suelo menores a 2 micras (μm).

Cauce: El cauce o lecho fluvial es la parte del fondo de un valle por donde discurren las aguas en su curso. Es el confín físico normal de un flujo de agua, siendo sus confines laterales las riberas.

Desarrollo Sostenible: Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad y manejo racional de los recursos naturales.

Descapote: Comprende los trabajos preliminares tendientes a la preparación del terreno para la explanación y adecuación de la zona demarcada en los planos o indicada por el Interventor. Consiste en limpiar y despejar el área de árboles y arbustos y todos los materiales extraños que obstaculicen las labores posteriores, tomando las medidas de seguridad adecuadas para proteger las zonas vecinas.

Disposición final: La acción de depositar o confinar permanentemente residuos sólidos en sitios o instalaciones cuyas características prevean afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

Drenaje: Cloacas o red de saneamiento, en ingeniería y urbanismo, es el sistema de tuberías, sumideros o trampas, con sus conexiones, que permite el desalojo de líquidos, generalmente pluviales de una población.

Drenaje pluvial: Se conoce con este nombre al sistema de drenaje que conduce el agua de lluvia a lugares donde se organiza su aprovechamiento.

Erosión: Conjunto de procesos en los que los materiales de la corteza terrestre son removidos y transportados de un lugar a otro por agentes naturales o antrópicos.

Escombros: Es el conjunto de fragmentos o restos de acero, cemento, hierro, madera, ladrillos, formaletas, etc., provenientes de los desechos de construcción, remodelación y/o demolición de estructuras, como edificios, residencias, puentes, etc.

EOT: Esquema de Ordenamiento Territorial.

Extinción: Es el resultado de la explotación irracional o de la selección natural en que una especie o una población muere totalmente.

Impacto ambiental: Es el efecto que produce una determinada acción sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. El concepto puede extenderse, con poca utilidad, a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración de la línea base, debido a la acción antrópica o a eventos naturales.

Licencia ambiental: Se entiende por licencia ambiental la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de una obra, proyecto o actividad, sujeta al cumplimiento por el beneficiario de la licencia de los requisitos que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada.

Material sobrante de corte o excavación: Material resultante de los cortes y excavaciones realizados en los proyectos viales, es un material estéril conformado por suelos, piedra, arena, material fino, grueso dependiendo de su granulometría.

Movimiento de tierras: Es el conjunto de operaciones que se realizan con los terrenos naturales, a fin de modificar las formas de la naturaleza o de aportar materiales útiles en obras públicas, minería o industria. Las operaciones del movimiento de tierras en el caso más general son: excavación o arranque, carga, acarreo, descarga, extendido, entre otros.

PAGA: Programa de adaptación de la guía de manejo ambiental. Subsector vial Instituto Nacional de Vías - INVIAS.

PIPMA: Programa de implementación del plan de manejo ambiental.

POT: Plan de Ordenamiento Territorial.

Relleño sanitario: Es la obra de infraestructura que aplica métodos de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos ubicados en sitios adecuados al ordenamiento ecológico, mediante el cual los residuos sólidos se depositan y compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con material natural o sintético para prevenir y minimizar la generación de contaminantes al ambiente y reducir los riesgos a la salud.

Suelo: Parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que tiende a desarrollarse en la superficie de las rocas emergidas por la influencia de la intemperie y de los seres vivos (meteorización). Los suelos son sistemas complejos donde ocurren una vasta gama de procesos químicos, físicos y biológicos que se ven reflejados en la gran variedad de suelos existentes en la tierra. Son muchos los procesos que pueden contribuir a crear un suelo particular, algunos de estos son la deposición eólica, sedimentación en cursos de agua, meteorización, y deposición de material orgánico.

Talud: Superficie inclinada en una excavación o en una explanación. Fragmentos de roca y de suelo, de cualquier tamaño o forma (angulares y grueso-granulares) derivados de y acumulados al pie de un escarpe o de una pendiente rocosa muy empinada sin intervención de agua en el proceso de transporte.

ZODME: Zonas de disposición de materiales provenientes de excavación.

Zona de exclusión: área definida como el sector que por su valor ambiental, social, cultural, antropológico u otro similar es fundamental para el mantenimiento de nodos ecosistémicos, puntos de encuentro de la comunidad, obras y/o redes de servicio públicos entre otros y por ende, son susceptibles al deterioro por la introducción de factores externos, por lo cual cuentan con restricciones para ser intervenidas, ocupadas, alteradas o modificadas como consecuencia del desarrollo de actividades constructivas.

Zona inestable: Expresión utilizada para calificar el terreno donde la probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa y erosión lineal intensa puede calificarse entre alta y muy alta.

Zonificación de manejo ambiental: Ordenamiento y planificación del área de influencia directa que podría ser intervenida de manera sostenible.

INTRODUCCIÓN

Los materiales sobrantes provenientes de los cortes y excavaciones de proyectos de infraestructura vial en la zona urbana de nuestro país, han ocasionado impactos ambientales negativos por su inadecuada disposición en zonas verdes y cuerpos hídricos.

Actualmente en nuestro país, la autoridad ambiental exige que la disposición final de este tipo de materiales se realice en escombreras autorizadas, lo cual se hace un poco complicado para los contratistas que ejecutan las obras, puesto que el trámite de licenciamiento ambiental que éstas requieren es dispendioso y requiere de un tiempo largo para su aprobación.

Hoy por hoy, los contratistas reutilizan estos materiales en sus obras siendo ilegal en el estado Colombiano, debido a que se realiza apropiación de minerales de acuerdo a lo establecido en el artículo 119 “Excedentes” del Código de Minas, Ley 685 de 2001.

La iniciativa para corregir esta falencia, se basa en realizar una disposición adecuada de estos materiales sobrantes provenientes de los proyectos viales, en predios rurales aledaños a los proyectos, efectuando un compromiso con el propietario del predio y dando cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental vigente y en los artículos 152 “Extracción ocasional” y 154 “Minerales industriales” del Código de Minas, Ley 685 de 2001, para lo cual se formula la propuesta de guía metodológica para la disposición de sobrantes provenientes de cortes y excavaciones de proyectos viales en zonas rurales de Colombia.

1. ANTECEDENTES

Las instituciones responsables de adjudicar los proyectos de infraestructura vial en el estado colombiano han adoptado políticas ambientales y como parte de las obligaciones contractuales de las empresas consultoras y constructoras es el cumplimiento de la normatividad aplicable, en primer lugar el Decreto Ley 2811 de 1974, Ley 99 de 1993 y sus decretos reglamentarios. Decreto 2820 de 2010, leyes y resoluciones que se requieran para la obtención de los permisos por el uso e intervención de recursos naturales necesarios para el desarrollo de las obras, desarrollo de buenas prácticas de ingeniería para la ejecución de obras que respeten el entorno natural y social del área de influencia en el cual se desarrollan.

La implementación y mantenimiento de programas de carácter ambiental que cada una de las empresas consultoras y constructoras requieren para desarrollar sus contratos son denominados de diferente manera: Programa de Adaptación de la Guía de Manejo Ambiental - PAGA, Programa de Implementación del Plan de Manejo Ambiental - PIPMA, Plan de Acción Ambiental y Social – PAAS, entre otros., en parte lo que comprenden estos estudios, son las actividades que deben ser ejecutadas por el constructor para la implementación y cumplimiento del plan de manejo ambiental y social, estos programas deben ajustarse para las actividades que apliquen en el desarrollo de los contratos de vías específicos.

Es importante especificar que esta investigación no aplica para proyectos que requieran licenciamiento ambiental puesto que la propuesta para implementar el ZODME es específica para obras viales de mejoramiento, pavimentación, ampliación y rehabilitación. Cuando los proyectos se encuentran licenciados, éstos cuentan con el permiso para disposición de escombros dentro de la licencia global expedida por la autoridad ambiental competente.

En el país, la normatividad exige que los residuos provenientes de los procesos constructivos relacionados con el subsector vial, se dispongan en escombreras o zonas de depósito licenciadas por la autoridad ambiental; la adecuación de las áreas destinadas para el depósito incluye delimitación, desmonte, limpieza y descapote.

En los departamentos de Antioquia, Santander, Bolívar, Nariño, Boyacá, Valle de Cauca, Chocó, Huila, entre otros, los sobrantes provenientes de procesos constructivos son reutilizados, es decir, que se emplean como terraplenes para las mismas obras, siendo esto ilícito puesto que se está apropiando ilegalmente los minerales del estado, de acuerdo a lo establecido en el Art. 119 del Código de Minas, Ley 685 de 2001. *“No habrá lugar a la venta o comercialización por parte del contratista de la producción o de los excedentes de los materiales de construcción explotados y no utilizados en la construcción de las vías públicas que*

*trata este capítulo*¹ Lo anterior expone que se están empleando los materiales sin permiso de la autoridad minera y que se está evadiendo el pago de regalías al Estado.

En otros casos, los sobrantes provenientes de excavación son dispuestos en los cuerpos hídricos aledaños a los proyectos ocasionando un grave impacto ambiental, por lo que hoy el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible - MADS, a través de la Autoridad Nacional de licencias Ambientales – ANLA, antes Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT, realiza continuamente procesos sancionatorios a los contratistas por presuntas violaciones a las normas sobre protección ambiental y manejo de los recursos naturales renovables, en particular frente a las obligaciones derivadas de las licencias ambientales otorgadas a los mismos.

El 03 de abril de 2009, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial - MAVDT impuso una sanción a la Concesión Autopista Bogotá – Girardot a través de la Resolución No.0638 *“Por la cual se impone una sanción y se toman otras determinaciones”*, esta sanción se impuso por los siguientes cargos:

“Primer cargo.- Haber utilizado y estar utilizando sitios de disposición de materiales sobrantes del proyecto (botaderos) sin la correspondiente autorización ambiental, como es el caso de los botaderos El Palmar y Panchavatí (ubicados en jurisdicción de Melgar, Tolima) y de los botaderos Bolivia (ubicado en el municipio de Girardot) y El Higuierón (ubicado en jurisdicción del municipio de Nilo, Cundinamarca), cuyos permisos aún se encuentran en trámite. Incumpliendo presuntamente los artículos 4, 16 y 19 de la Resolución No.557 de junio 19 de 2002, el artículo Segundo de la Resolución 347 de febrero 22 de 2006 y al artículo Sexto del Auto 363 de febrero 28 de 2006.

Segundo Cargo.- Haber realizado aprovechamiento de material en el área adyacente al botadero Maporita (propiedad del Sr. Guillermo Cubides), ubicado en el K37+800, PR90+00, Tramo 5, en jurisdicción del municipio de Granada, para uso del proyecto, incumpliendo presuntamente con lo establecido en los artículos 3 (numeral 2), 16 y 19 de la Resolución No.557 de junio 19 de 2002, en relación con las fuentes de materiales, sin haber obtenido previamente la correspondiente autorización ambiental”.

Otro proceso sancionatorio que inició el MAVDT por la inadecuada disposición de los materiales sobrantes se efectuó en contra de la empresa Consorcio Doble Calzada Buga – Buenaventura mediante la Resolución No.1802 del 21 de septiembre de 2009 *“Por medio de la cual se impone una sanción”*. En esta oportunidad el MAVDT formuló los siguientes cargos:

¹ CÓDIGO DE MINAS, Ley 685 de 2001. Artículo 119. Excedentes. >[citado el 24 de agosto de 2012].

“CARGO PRIMERO.- Por la disposición de materiales sobrantes en una isla conformada entre la margen derecha del río Dagua y la margen izquierda de la quebrada Katanga, en el sector ubicado frente al tramo vial K39+700 – K39+800 (según abscisas presentadas en el plano 2.10 del PMA); y en el área comprendida entre la margen derecha del río Dagua y la vía existente, frente al tramo vial con abscisas K39+000 a K39+700, con lo cual presuntamente deja incurso al Consorcio en incumplimiento a los programas de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación (Ficha 6.1.1.), manejo de taludes y terraplenes (Ficha 6.1.2) del Plan de Manejo Ambiental presentado; artículos 7º (numerales 1.1.1 y 1.1.4), 21º y 25º de la Resolución 2367 del 27 de diciembre de 2007, proferida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.”

Lo anterior evidencia que los contratistas que ejecutan proyectos de infraestructura vial en nuestro país, realizan disposiciones inadecuadas de materiales sobrantes provenientes de las obras; además se apropian de los materiales del Estado, debido a ello, los contratistas se ven perjudicados por las multas impuestas por la autoridad ambiental generando pasivos ambientales a sus proyectos y presentando retrasos para los cierres ambientales. De modo que es importante generar una alternativa viable de disposición de materiales sobrantes que pueda ser aprobada por el Estado a través de las Secretarías de Planeación Municipal y por las Corporaciones Autónomas Regionales.

2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El suelo es uno de los recursos que puede resultar más afectado a causa de las actividades asociadas con la construcción de obras de infraestructura vial, puesto que se realiza un retiro de la cobertura vegetal y por la excavación se remueven volúmenes de tierra grandes, acelerando procesos erosivos.

Los movimientos de tierra, descapotés y excavaciones son actividades constructivas muy frecuentes en la ejecución de proyectos de infraestructura - subsector vial, éstos movimientos de tierra son acciones que realizan los contratistas para variar o modificar la topografía del área empleando una maquinaria pesada diseñada exclusivamente para dicha finalidad.

El aumento en la ejecución de los proyectos viales genera un incremento en la producción de residuos provenientes de las actividades constructivas; el volumen de materiales sobrantes generados origina preocupación a los contratistas, puesto que la autoridad ambiental exige que la disposición final de estos materiales se realice en zonas autorizadas por las mismas. Este trámite es dispendioso y complicado, además requiere de un largo tiempo para la obtención de los permisos; pero lo más importante de esta situación, es que este material sobrante puede ser empleado como nivelación para predios con depresiones en zonas rurales de nuestro país.

En muchas ocasiones, los contratistas evaden los trámites de permisos y disponen los sobrantes en zonas verdes y cuerpos hídricos produciendo contaminación a nuestro entorno y medio natural.

Por lo anterior, surge la pregunta objeto de esta investigación, ¿Qué hacen los contratistas con el material sobrante producto de excavación en las obras viales y en qué sitios se disponen dichos materiales? Es necesario brindar alternativas a los contratistas que ejecutan los proyectos viales en nuestro país, para que dispongan los materiales sobrantes en predios que permitan la recepción de éstos, además que incluyan el respectivo permiso por parte del Estado y de la Autoridad Ambiental.

3. JUSTIFICACIÓN

En Colombia se realizan proyectos de infraestructura vial en donde se ejecutan actividades de mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento, y construcción de carreteras intercomunicando las diferentes regiones del país y generando comercialización de los productos, mercancías y alimentos.

El creciente número de proyectos destinados a conectar la red vial nacional, las circunstancias de tiempo y lugar en que estos proyectos se desarrollan, generan un aumento en la producción de residuos provenientes de las actividades propias del sector y del subsector vial; el volumen de residuos generados origina preocupación puesto que se debe proponer un manejo adecuado ambientalmente a los residuos y generar las mejores medidas de manejo ambiental.

Por lo anterior, surge la motivación para realizar un manejo y aprovechamiento adecuado de los materiales provenientes de excavación y cortes de los proyectos viales, proporcionando alternativas que permitirán un desarrollo sostenible.

Para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente en nuestro país, es necesario aplicar las normas donde obligan a las empresas constructoras a que implementen un sistema de gestión ambiental que garantice que el desarrollo del proyecto de infraestructura se realice dentro de un marco de actuación respetuoso del medio ambiente, garantizando la salud y seguridad de los habitantes y trabajadores del área de influencia directa e indirecta del proyecto. De este modo, ésta investigación propone que la disposición de materiales sobrantes se realice dentro de una normatividad vigente provista por las alcaldías municipales que intervienen en cada proyecto, a través de sus secretarías de planeación.

A manera de ejemplo, en un proyecto de infraestructura vial, donde se realice un corte o excavación con una altura de 15 metros, un ancho total de 12 metros y una longitud de 1000 metros se producen más de 90.000 (m³) metros cúbicos de materiales sobrantes dependiendo del talud de corte requerido; así las cosas, el volumen de materiales provenientes de proyectos viales aumentan cada día más en nuestro país, también incrementa el déficit de almacenamiento para los mismos, puesto que no hay suficiente capacidad para albergar estos materiales en las escombreras que se encuentran legalizadas por la autoridad ambiental.

La propuesta de este proyecto, contribuye en primera instancia al medio ambiente, puesto que la disposición adecuada de los sobrantes mejora la calidad visual del paisaje, evita la contaminación de zonas verdes y fuentes hídricas; como segunda medida favorece a los contratistas, puesto que éstos contarían con una alternativa más para disposición final de estos materiales con un volumen máximo de 250 toneladas anuales por proyecto de acuerdo al Artículo 154 del Código de Minas y

por último se beneficia a la comunidad localizada cerca a los corredores viales que tengan sus predios con depresiones y requieran la adecuación de los mismos generando incrementos en el valor de sus predios.

Esta adecuada disposición de sobrantes conduce de manera directa a la disminución de impactos ambientales y sociales, en especial, en el componente de disposición final, lo cual es competencia de la gestión ambiental.

Es importante aclarar, que la disposición de sobrantes provenientes de excavaciones debe cumplir con lo establecido en los Artículos 119, 152 y 154 del Código de Minas, Ley 685 de 2001.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la propuesta de guía metodológica para la disposición final de sobrantes, producto de la excavación en proyectos de infraestructura vial mediante la utilización de predios con depresiones en la zona rural de Colombia.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar el diagnóstico de la situación actual para la disposición de materiales provenientes de excavación y cortes para proyectos viales en zona rural colombiana.
- ✓ Integrar las medidas necesarias para realizar una alternativa eficaz de disposición de materiales sobrantes resultantes de los proyectos viales, proporcionando un desarrollo ambientalmente sostenible.
- ✓ Elaborar una propuesta para el diseño de ZODME, valorando las ventajas técnicas, ambientales y sociales.

5. MARCOS REFERENCIALES

5.1 MARCO TEÓRICO

Es obligatorio que los contratistas que ejecutan los proyectos viales en nuestro país, dispongan los materiales provenientes de excavación y cortes en zonas de depósito autorizadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o autoridades ambientales regionales o locales.

Los residuos de excavación están constituidos por una mezcla de suelos orgánicos y restos de vegetación. En los Departamentos de Cundinamarca, Tolima, Boyacá, entre otros, los materiales sobrantes son dispuestos inadecuadamente, incumpliendo con la normatividad ambiental vigente; para ello se adelantan procesos sancionatorios en contra de los contratistas que realizan esta disposición incorrecta.

En otros departamentos, como Bolívar, los materiales sobrantes son dispuestos apropiadamente y se encuentran autorizados por las autoridades ambientales, estos materiales son colocados por los contratistas en sitios llamados botaderos, los cuales son aprobados por la interventoría del proyecto y la entidad ambiental regional.²

En el departamento del Valle del Cauca, los contratistas ubican los sobrantes de los proyectos viales en botaderos autorizados por la autoridad ambiental local – Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente “DAGMA”, de acuerdo a los lineamientos ambientales para el desarrollo de proyectos viales y de espacio público en Santiago de Cali, donde especifican las consideraciones técnicas, económicas y de impacto ambiental.³

El Instituto Nacional de Vías – INVIAS, realizó la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura – Subsector Vial, la cual se incorpora para proyectos que no requieran licencia ambiental (mejoramiento, rehabilitación, pavimentación u operación de vías), brindando las directrices y normas expedidas por el Gobierno con la intención de orientar en un contexto de sostenibilidad y avance en la infraestructura vial. Por lo anterior, los contratistas deben diseñar el Plan de Adaptación de la Guía Ambiental – PAGA; esta guía establece que “*Se podrá*

² Estudios y Diseños de la Av. Venezuela, Sector India Catalina y Av. Blas de Leso en Cartagena.>[citado el 11 de septiembre de 2012].

³ DAGMA. Decreto Municipal 291 de 2005 y Resolución 541 de 1994. Recolección, transporte y disposición final de escombros y material de excavación. >[citado el 11 de septiembre de 2012].

*disponer escombros para rellenos de obras o nivelaciones topográficas siempre y cuando así lo permitan las disposiciones regionales y locales”.*⁴

5.1.1 Descripción de proyectos

De acuerdo a lo establecido en la Guía Metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de Pavimentos Asfálticos, de Carreteras⁵, se tienen las siguientes definiciones para los proyectos, obras y/o actividades, los cuales no requieren licencia ambiental.

Cuadro 1. Descripción de proyectos

TIPO DE PROYECTO	DESCRIPCIÓN
MEJORAMIENTO	Consiste en el cambio de especificaciones y dimensiones de la vía, para lo cual se hace necesaria la construcción de obras en la infraestructura existente, que permitan una adecuación de la vía a los niveles de servicio requerido por el tránsito actual y el proyectado. Comprende obras como: ampliación de calzada y construcción de nuevos carriles.
REHABILITACIÓN	Actividades que tienen por objeto reconstruir o recuperar las condiciones iniciales de la vía de manera que se cumplan las especificaciones técnicas con que fue diseñada. En la rehabilitación de pavimentos se pretende el mejoramiento funcional o estructural del pavimento, que da lugar tanto a una extensión de su vida de servicio, como a la provisión de una superficie de rodamiento más cómoda y segura y a reducciones en los costos de operación vehicular. La rehabilitación de los pavimentos asfálticos de la red vial nacional comprende alguna de las alternativas de intervención, las cuales conforman el conjunto de las 4R: Rehabilitación, Refuerzo, Reciclado y Reconstrucción
MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO INTEGRAL: Conjunto de acciones tendientes a restablecer, extender y mantener la capacidad estructural y las condiciones superficiales de un corredor vial, mediante las siguientes actividades: Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Periódico y Atención de Emergencias

Fuente: Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura. 2011

⁴ GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA, SUBSECTOR VIAL. Segunda edición, Abril de 2011. >[citado el 11 de septiembre de 2012].

⁵ Guía Metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de Pavimentos Asfálticos, de Carreteras – INVIAS. Resolución No.000743 del 04 de marzo de 2009. >[citado el 05 de octubre de 2012].

5.1.2 Almacenamiento temporal de los sobrantes o escombros

De acuerdo a lo establecido con el Decreto 357 de 1997 de Bogotá, el tiempo máximo permitido para el almacenamiento de material sobrante o escombros en el espacio público es de 24 horas, sin embargo, en ocasiones no existe la posibilidad de retirar los sobrantes en ese período de tiempo lo que hace necesario adecuar una zona como almacenamiento temporal, para ello quien ejecute la obra, proyecto o actividad deberá ubicar un sitio que no interfiera con el tránsito vehicular, ni con el peatonal, éste sitio deberá estar aprobado por la interventoría del contrato.

El sitio de almacenamiento temporal de sobrantes deberá estar señalizado y confinado para impedir que por causas de la lluvia los sedimentos se dirijan a cuerpos hídricos, así mismo debe permanecer cubierto para evitar la dispersión de material particulado por la acción del viento. Una vez se haya finalizado las obras, se recupera el sitio utilizado como acopio temporal, de acuerdo con el uso del mismo, garantizando la eliminación absoluta de los materiales, elementos y residuos.

5.1.3 Transporte de los sobrantes o residuos sólidos

De acuerdo a lo establecido en la Resolución 541 de 1994 del Ministerio de Ambiente, los vehículos destinados para el transporte de estos residuos tendrán involucrados a su carrocería los contenedores o platoes aprobados, para que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad, en forma que se evite el derrame, la pérdida del material o el escurrimiento de material húmedo durante el transporte. El contenedor o platón debe estar constituido por una estructura continua, que no contenga roturas, perforaciones, ranuras y espacios; la carga debe estar a ras de los bordes superiores más bajos del contenedor o platón y por último las puertas de descargue de estos vehículos deben permanecer aseguradas y herméticamente cerradas durante el transporte de los sobrantes.

El material transportado debe permanecer cubierto, evitando la dispersión de material particulado, el cobertor debe ser un material resistente, que no se rompa o rasgue y que sujete las paredes exteriores del contenedor o platón, de modo que cumpla con la norma en cuanto a que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o platón. No está permitido modificar el diseño original del contenedor o platón de los vehículos para aumentar la capacidad de carga en volumen o en peso en relación con la carga del chasis del vehículo.

5.1.3 Disposición final

De acuerdo a lo establecido en la guía, los residuos de las excavaciones y demoliciones deben ser dispuestos en sitios seleccionados con anterioridad, los cuales deben ser evaluados y adecuados, deberán estar autorizados por la interventoría y/o por las autoridades ambientales y/o el gestor del proyecto que designe el INVIAS.⁶ El INVIAS, establece las siguientes consideraciones técnicas y ambientales generales para la selección y diseño de los depósitos de materiales.

Es necesario estudiar en detalle el predio seleccionado como zona de depósito de materiales, considerando la evaluación y análisis de los siguientes factores:

- ✓ Caracterización (tamaño – pequeño, intermedio, grande).
- ✓ Ubicación geográfica.
- ✓ Topografía.
- ✓ Cercanías a cuerpos de agua. Preferible corrientes de tercer orden o menor, corrientes con caudales bajos.
- ✓ Cobertura vegetal.
- ✓ Características litológicas (propiedades físicas, químicas y mecánicas, rasgos estructurales y morfodinámicos de la zona y su incidencia sobre la estabilidad del sector, entre otros).
- ✓ Régimen climático.
- ✓ Condiciones hidrológicas e hidrogeológicas del área a intervenir.
- ✓ Uso futuro del predio.
- ✓ Método a emplear para la construcción del lleno.

Por lo anterior, es necesario considerar parámetros físicos como la ubicación, topografía, cobertura vegetal, geología, condiciones geomorfológicas locales, hidrogeología, hidrología, métodos constructivos y características geomecánicas de los materiales a disponer.

5.1.3.1 Documentación para disposición final

La documentación que debe presentar el contratista para la aprobación por parte de la interventoría y/o INVIAS es la siguiente:

- ✓ Autorización del dueño del predio, donde especifique tanto el uso que se dará a éste una vez finalice la disposición del material y las condiciones en

⁶ GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA, SUBSECTOR VIAL. Segunda edición, Abril de 2011.>[citado el 11 de septiembre de 2012].

las cuales el terreno será entregado. Verificar condiciones técnicas que no son viables de cumplir.

- ✓ Certificación de la oficina de Planeación Municipal donde conste que de acuerdo con el uso de suelo, sí está permitido la disposición de materiales en el área seleccionada.
- ✓ Concepto de la autoridad ambiental sobre la viabilidad ambiental del uso de la zona, en caso de requerirse.
- ✓ Acta firmada entre las partes (propietario y contratista) donde se hace recibo a satisfacción, que indique que el predio no cumple con las especificaciones técnicas requeridas para la construcción de viviendas, locales comerciales, etc.

5.2 MARCO CONCEPTUAL

5.2.1 Material sobrante de corte o excavación

Este material refiere a cualquier combinación de suelo, piedra, arena, material fino o material grueso, dependiendo de su granulometría; los cuales provienen de las excavaciones y cortes realizados en los proyectos viales, específicamente de proyectos cuyo alcance es el mejoramiento, rehabilitación y pavimentación. Estos materiales pueden ser dispuestos y compactados en predios rurales que presenten depresiones generando una sostenibilidad ambiental debido a que se reutiliza el material y favorece a la comunidad.

Es significativo desde el punto de vista de producción más limpia, que estos sobrantes se dispongan en predios que requieran nivelaciones y no sean enviados a escombreras, de manera que se evita la acumulación de materiales que pueden ser reutilizados.

5.2.2 Escombros

Este material refiere al conjunto de fragmentos o restos de acero, cemento, hierro, madera, ladrillos, formaletas, etc., provenientes de los desechos de construcción, pavimentación y/o demolición de estructuras, como puentes, viviendas, campamentos, etc. Estos materiales no son apropiados para disponerse en predios que presenten depresiones debido a que su composición no permite la

nivelación y no es apto para garantizar una condición estable en su conformación, por lo cual deben ser dispuestos en escombreras autorizadas por la autoridad ambiental.

El concepto de desarrollo sostenible se viene trabajando desde hace varios años y presenta soluciones que buscan satisfacer los intereses del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

El desarrollo sostenible implica la utilización de un enfoque integrador del desarrollo humano, que considera a la vez objetivos sociales, económicos, ambientales y de gobernabilidad” (International Institute for Environment and Development, World Business Council for Sustainable Development. 2002).

5.3 MARCO LEGAL

5.3.1 Normatividad nacional

❖ Constitución Política de Colombia 1991

Artículos 8, 79 y 80: Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, fomentar la educación para el logro de estos fines, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Artículo 95: Numeral 8 establece como deberes y derechos de las personas y los ciudadanos proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.

Artículo 209: Sobre la función administrativa expresa que debe desarrollarse con fundamento en los principios de eficiencia y economía, entre otros.

El Capítulo III del Título II: El cual Consagra lo referente a los derechos colectivos y del ambiente.

5.3.2 Normatividad ambiental

- ❖ Decreto Ley 2811 de 1974: Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- ❖ Decreto 1449 de 1977: Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto Ley No.2811 de 1974.
- ❖ Decreto 1715 de 1978: Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto - Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto - Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.
- ❖ Ley 9 de 1979: Código Sanitario Nacional y sus decretos reglamentarios, sobre emisiones atmosféricas, disposición de residuos sólidos, usos de aguas, residuos líquidos y demás decretos vigentes.
- ❖ Ley 99 de 1993: Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
- ❖ Resolución 541 de 1994: Ministerio del Medio Ambiente, por medio del cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros y materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
- ❖ Decreto 357 de 1997: Alcaldía Mayor de Bogotá, por el cual se regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción.
- ❖ Ley 769 de 2002: Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones.
- ❖ Decreto 1505 de 2003: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de Gestión integral de Residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

- ❖ Decreto 838 de 2005: Decreto Nacional, por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
- ❖ Ley 1021 de 2006: Congreso de la República de Colombia, por la cual se expide la Ley General Forestal.
- ❖ Ley 1258 de 2008: Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.
- ❖ Decreto 3930 de 2010: Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

5.3.3 Normatividad minera

- ❖ Ley 685 del 2001. Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.
 - Artículo 119. Excedentes: No habrá lugar a la venta o comercialización por parte del contratista, de la producción o de los excedentes de los materiales de construcción explotados y no utilizados en la construcción de las vías públicas que trata este capítulo.
 - Artículo 152. Extracción ocasional: La extracción ocasional y transitoria de minerales industriales a cielo abierto, que realicen los propietarios de la superficie, en cantidades pequeñas y a poca profundidad y por medios manuales, no requerirá de concesión del Estado.

Esta explotación ocasional solamente podrá tener como destino el consumo de los mismos propietarios, en obras y reparaciones de sus viviendas e instalaciones, previa autorización del dueño del predio. Todo otro destino industrial y comercial que le den a los minerales extraídos, al amparo de este artículo, les está prohibido. En uso de la autorización contemplada en el presente artículo, los propietarios están obligados a conservar, reparar, mitigar y sustituir los efectos ambientales negativos que puedan causar y a la readecuación del terreno explotado.

- Artículo 154. Minerales industriales: para los efectos de los artículos anteriores, los minerales industriales son las arcillas en sus distintas formas y los materiales de construcción definidos en este código. Se consideran explotaciones pequeñas y de poca profundidad, las que se realicen con herramientas e implementos simples, de uso manual, accionados por la fuerza humana y cuya cantidad extraída no sobrepase en ningún caso a las doscientas cincuenta (250) toneladas anuales de material.

❖ Ley 1382 de 2010. Por la cual se modifica la Ley 685 del Código de Minas.

La Corte Constitucional emitió sentencia C-366-11 declarando inexecutable la Ley 1382 de 2010 “Por omisión de la consulta previa a comunidades étnicas” Términos del Artículo 330 de la Constitución y Artículo 6 y 15, convenio 169 de la OIT.

Por lo anterior, la corte decidió:

“Primero.- Declarar INEXEQUIBLE la Ley 1382 de 2010, “Por la cual se modifica la Ley 685 de 2001 Código de Minas”.

Segundo.- Diferir los efectos de la inexecutable declarada por el término de dos (2) años, de conformidad con lo expuesto en la parte motiva de esta sentencia.”

En este contexto, la Comisión Colombiana de Juristas (CCJ) el pasado 17 de agosto de 2010 presentó acción de inconstitucionalidad contra la ley 1382 de 2010, “Por la cual se modifica la Ley 685 de 2001 (Código de Minas)”. La demanda argumentó que la ley, al no haber sido consultada previamente con pueblos indígenas y comunidades afrodescendientes, desconoció normas de la Constitución Política (CP) y de tratados internacionales sobre derechos humanos ratificados por Colombia. Consecuencia de esta acción de inconstitucionalidad, la Corte Constitucional mediante sentencia C-366 decidió el 13 de mayo de 2011 declarar inexecutable, con efectos diferidos, la reforma minera de 2010.

6. ALCANCE Y LIMITACIÓN

La presente investigación tiene como alcance realizar una guía para el diseño de zonas de disposición de sobrantes resultantes de las excavaciones y cortes, la cual no implica su implementación, debido a que es responsabilidad de las consultorías, contratistas y de la autoridad ambiental que tenga competencia en los proyectos.

7. METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo cualitativa, descriptiva y no cuantificada, desarrolla instrumentos de recolección de información y análisis de los datos. Los hallazgos de la investigación cualitativa se validan por las vías del consenso y la interpretación de evidencias; opciones distintas, a las de tipo contractual empleadas por las investigaciones de corte experimental y probabilístico.⁷

⁷ ICFES. Serie Aprender a Investigar, Módulo 2: la investigación. >[citado el 24 de agosto de 2012].

Cuadro 2 Esquema metodológico

OBJETIVO ESPECÍFICO	INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS	PROCESO DE LA INFORMACIÓN	RESULTADOS ESPERADOS
Realizar el diagnóstico de la situación actual para la disposición de materiales provenientes de excavación y cortes para proyectos viales en zona rural colombiana.	Recolección y procesamiento de información.	Computador con programas necesarios	Definición de alcance y selección de zona de depósito
	Identificación de zonas de depósito de sobrantes autorizadas.	Bases de datos secretarías de planeación de municipios	
	Definición de zona piloto	Copias de Expedientes Autoridad Nacional Ambiental - ANLA	
Integrar las medidas necesarias para realizar una alternativa eficaz de disposición de materiales sobrantes resultantes de los proyectos viales, proporcionando un desarrollo ambientalmente sostenible.	Identificar recursos técnicos, humanos y financieros necesarios	Computador con acceso a internet	Descripción de actividades y recursos necesarios
	Descripción de las actividades a desarrollar	Computador con programas necesarios	
Elaborar una propuesta – guía para el diseño de ZODMES, valorando las ventajas técnicas, ambientales, sociales y económicas.	Identificar área de influencia directa para la propuesta.	Computador con programas necesarios	Propuesta de guía para zonas de depósito de materiales provenientes de excavación y corte
	Establecer condiciones para una adecuada disposición	Computador con programas necesarios (Acad - Internet)	

Fuente: Autor del proyecto. 2012

7.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Para la presente investigación se expresa que no aplican las técnicas e instrumentos debido a que no se realizó ningún tipo de experimentación para el diseño de la guía.

7.2. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se proyecta a través de la identificación de los aspectos que permitan formular una metodología para la disposición de materiales provenientes de cortes y excavaciones en proyectos de infraestructura vial, partiendo del análisis de información en la literatura técnica, en la normatividad ambiental vigente.

Se enfatizará en la identificación y recopilación de la información con que la autoridad ambiental cuenta actualmente, relacionada con las zonas autorizadas para disposición de materiales de excavación a nivel rural, enmarcado en determinar el proceso para realizar la propuesta de guía del ZODME, tal como lo refleja la Figura 1. Diseño experimental.

8. DISEÑO EXPERIMENTAL

A continuación se presenta un resumen de cada una de las fases y procesos a realizar del proyecto de investigación.

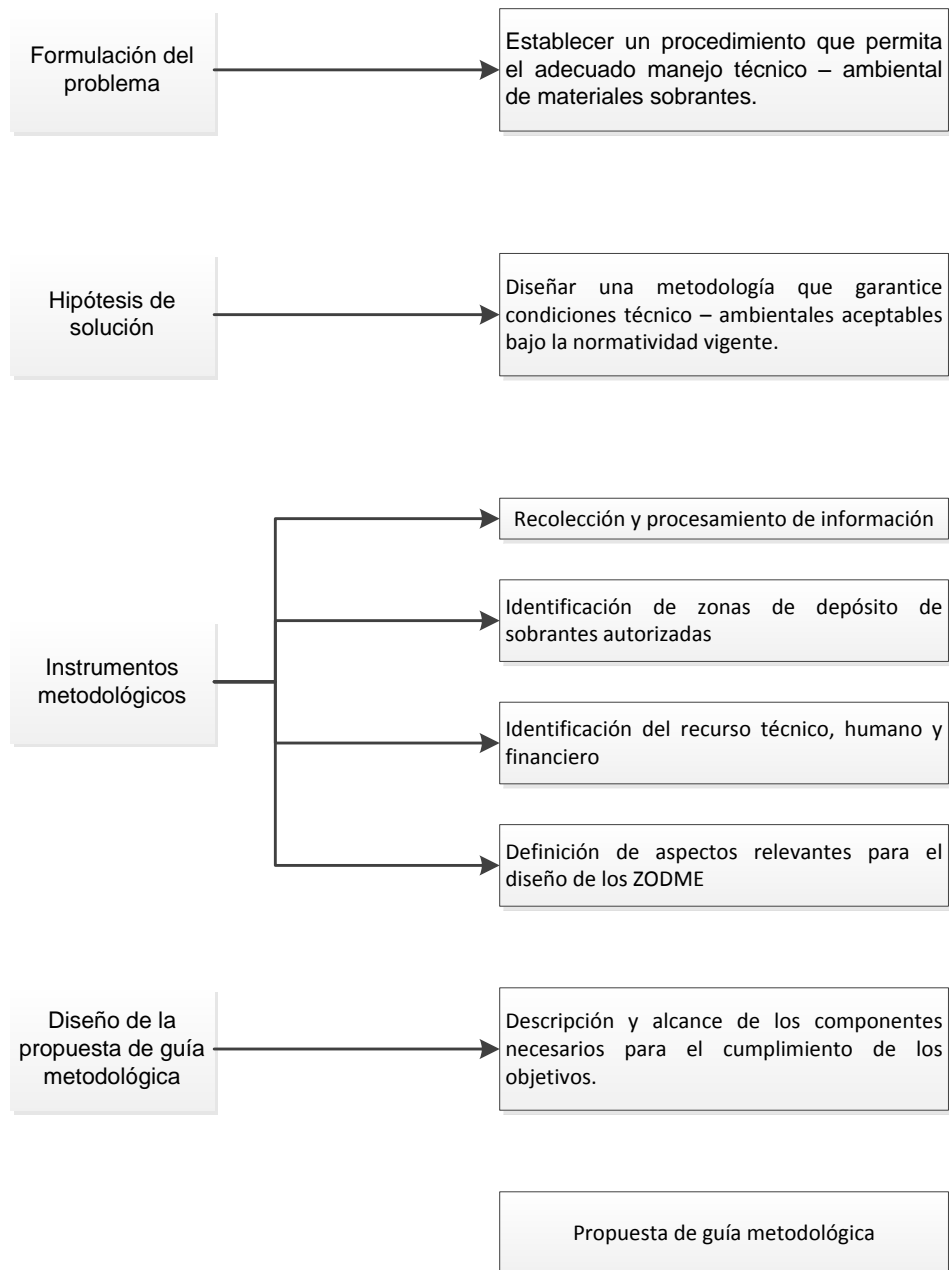


Figura 1. Diseño experimental

Fuente: Autor del proyecto.2012

9. ASPECTO FINANCIERO

En esta investigación, no aplica el aspecto financiero.

9.1 PRESUPUESTO REQUERIDO

No aplica para el presente proyecto debido a que está por fuera del alcance de la investigación. Los recursos provienen de los aportes realizados por la Universidad Libre y estudiante que realiza la investigación.

9.2 PUNTO DE EQUILIBRIO

No aplica para el presente proyecto de investigación.

10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como resultado de la situación actual frente a las dificultades de disposición de sobrantes en nuestro país, se presenta una propuesta de guía para la disposición de materiales sobrantes provenientes de excavaciones y cortes en los proyectos de infraestructura vial en la zona rural de Colombia.

Como primera medida, se realizó un diagnóstico de la situación actual en el departamento de Boyacá, específicamente para el municipio de Santa María, en donde la autoridad ambiental: Corporación Autónoma Regional de Chivor – CORPOCHIVOR, no cuenta con sitios de disposición para este tipo de materiales.

La situación actual en el departamento de Boyacá, específicamente en el corredor vial Santa María – Puente Guavio evidencia que no existen zonas autorizadas para la disposición de materiales sobrantes, por lo cual se investigó los posibles predios que pueden ser empleados como ZODMES, proporcionando como resultado los predios localizados en la vereda El Retiro del municipio de Santa María, cuyos propietarios son: Freddy Aldana y Pedro Jaimes y cuyas coordenadas son N: 1028436 y E: 1090825. Véase **Anexo 1**. Inexistencia de ZODMES.



Figura 2. Predio para ZODME Freddy Aldana
Fuente: Autor del proyecto.2013



Figura 3. Predio para ZODME Pedro Jaimes
Fuente: Autor del proyecto.2013

La guía de Proyectos de Infraestructura Vial del INVIAS, propone disponer los materiales sobrantes en sitios autorizados, pero no especifica el procedimiento a seguir para realizar el trámite de gestión y autorización del ZODME, por ello el autor presenta los pasos a seguir para el realizar el diseño de ZODME.

10.1 REQUISITOS GENERALES

Para disponer los sobrantes provenientes de las excavaciones y cortes en las zonas rurales deben cumplir son lo siguiente:

- a) Identificación de las zonas potenciales de uso por parte del ingeniero ambiental y geólogo.
- b) Verificar la viabilidad ambiental (accesos, cobertura vegetal, distancia a cuerpos hídricos, cercanía a comunidades, entre otros).
- c) Consulta a Planeación municipal sobre el EOT ó POT del municipio. Tramitar certificado de uso del suelo.

- d) Concepto de la autoridad ambiental competente.
- e) Concertación con el propietario del predio.
- f) Evaluación de las condiciones físicas, bióticas y sociales.
- g) Levantamiento topográfico (georreferenciación de árboles).
- h) Estudios geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e hidrogeológicos.
- i) Consideraciones para el diseño geotécnico.
- j) Consideraciones para el diseño hidráulico.
- k) Especificaciones de construcción del ZODME.

10.2 GUÍA METODOLÓGICA

10.2.1 Identificación de las zonas potenciales de uso

En esta identificación, el geólogo visualiza las áreas que pueden ser potenciales para la disposición de materiales sobrantes examinando las condiciones geológicas y geomorfológicas de la zona potencial, determinando el grado de susceptibilidad ante condiciones desfavorables de estabilidad frente al nuevo uso propuesto; de esta manera se tendrán en cuenta también las condiciones de drenaje superficial y sub-superficial, estableciendo el papel de estas variables en la definición de la ZODME.

Se recomienda que previo a la visita técnico – ambiental, se realice un análisis multi-temporal de fotografías aéreas y se establezca desde el punto de vista regional y local la presencia de procesos de remoción en masa discriminando su grado de actividad y estableciendo su incidencia o relación con las áreas potenciales.

En caso que las zonas potenciales de uso se encuentren en zonas inestables definidas en los EOT o POT, resultado de la visita de campo y/o el análisis multi-temporal realizado, en principio estas zonas se considerarán no aptas para el desarrollo de la ZODME; sin embargo, donde las condiciones particulares del proyecto requieran el aprovechamiento de estas, se deberán adelantar estudios geotécnicos de estabilidad de taludes y/o de amenaza por remoción en masa, que

garanticen las condiciones de estabilidad requeridas bajo la normatividad local o nacional.

Cuando las condiciones identificadas sean favorables para el desarrollo de las ZODME y el área identificada se encuentre cercana al proyecto, se procederá a evaluar la viabilidad ambiental.

10.2.2 Viabilidad ambiental

Se debe verificar por parte del ingeniero ambiental, los accesos al predio a ser empleado como ZODME; identificar la cobertura vegetal existente, preferiblemente de bajo porte y cobertura escasa; se sugiere que el predio seleccionado esté desprovisto de vegetación arbórea y de baja productividad agrícola, que conserve una distancia mínima de 30 metros de los cuerpos hídricos superficiales y afectación a la comunidad aledaña garantizando el acople paisajístico al entorno ambiental.

Finalmente, el estudio debe incluir una completa descripción de la intervención o grado de afectación del proyecto sobre el entorno, así como la descripción de las afectaciones que el entorno pueda ejercer sobre el proyecto, precisando sobre cortes, cambios de uso del terreno, zonas de relleno, afectación de cuerpos de agua, impacto ambiental y social, etc.

10.2.3 Consulta a Planeación municipal -. Certificado de uso del suelo

Consultar a la Secretaría de Planeación Municipal el EOT ó POT para verificar el uso de suelo, ésta secretaría deberá certificar que de acuerdo al uso del suelo está permitida la disposición de materiales en el predio seleccionado.

10.2.4 Concepto de la autoridad ambiental competente

Se remite a la autoridad ambiental la información levantada con planos georreferenciados y la certificación de uso de suelo. La autoridad ambiental proyectará un concepto técnico – ambiental en el cual autorizará la disposición de materiales sobrantes provenientes del proyecto vial y establecerá las condiciones ambientales a implementar durante el proceso constructivo del ZODME.

10.2.5 Concertación con el propietario del predio

Se debe realizar un acercamiento con el propietario del predio, dando a conocer el alcance del proyecto; posteriormente, se diligenciará un formato de autorización de ZODME el cual será documentado como registro para el proceso constructivo. Véase **Anexo 2**. Autorización del propietario del predio.

Se recomienda realizar un acta donde se reciba el material a satisfacción por parte del propietario del predio y del contratista, en éste documento debe especificarse que el relleno no cumple con las especificaciones técnicas requeridas para la construcción de obras de infraestructura como viviendas, locales comerciales entre otros.

10.2.6 Evaluación de las condiciones físicas, bióticas y sociales

Se deben describir los aspectos técnicos y ambientales para la selección del sitio y diseño de la ZODME, con el objeto de garantizar la calidad visual y estética del paisaje, además de la estabilidad del terreno; de manera que se pueda evidenciar el tipo de medida a ejecutar (control, prevención, mitigación, corrección, minimización) de los impactos ambientales que se puedan generar por la ejecución del proyecto.

Así las cosas, es necesario estudiar en detalle el predio seleccionado para el depósito de materiales provenientes de excavaciones y cortes considerando el análisis de:

- ✓ Evaluación de las condiciones o características físicas del área en términos de climatología, geomorfología, hidrología, condiciones de drenaje.
- ✓ Caracterización geológica a nivel regional y local e hidrogeológica.
- ✓ Evaluación de las condiciones bióticas en términos de caracterización forestal, identificación de fauna (muestreo) y aspectos socioeconómicos y culturales.
- ✓ Caracterización geotécnica que involucre la definición de las propiedades índice y esfuerzo de formación (geomecánicas) de los materiales térreos presentes (suelo, roca, depósitos, etc.), Esta caracterización corresponde tanto a los materiales sobrantes como los presentes en la zona de disposición.

En caso que el predio cuente con vegetación, se recomiendan las siguientes actividades para el manejo de la vegetación.

10.2.6.1 Manejo de la vegetación

10.2.6.1.1 Recomendaciones generales

❖ Inventario forestal

Para el manejo forestal debe aplicarse la regulación contenida en la Ley general forestal, Ley 1021 de 2006 y su reglamentación o aquellas que la modifiquen.

El inventario forestal puede definirse como la identificación y cuantificación de todos los árboles que se pretendan intervenir, para lo cual es necesario medir en el terreno cada uno de los árboles existentes o algunos individuos de ciertas especies y/o características que interesa evaluar para un propósito determinado.

Esta actividad se constituye en la base para la obtención del permiso de aprovechamiento forestal expedido por la autoridad ambiental competente. La metodología recomendada para la elaboración del inventario forestal es la siguiente:

A. Levantamiento del inventario forestal

Se debe realizar la identificación detallada de toda la cobertura vegetal existente en el área que será afectada por las actividades constructivas del ZODME, como son los árboles y arbustos que cuenten con fuste lignificado. Como criterios del evaluador se tendrá en cuenta que los individuos se encuentren sobre el área de influencia directa del proyecto y que puedan afectar la estabilidad de las obras.

Para realizar la descripción de cada uno de los individuos se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Estado Físico: Torcido (TO), Inclinado (I), Ramas Secas (RS), Podas Anteriores Técnicas (PT), Podas Anteriores Antitécnicas (PA), Daños Mecánicos (DM), Rebrotos (RB), Seco (SE), Bifurcado (BI), Multi-furcado (MF), Raíz Desnuda (RD), Bueno (BU), Muerto (MT).
- Estado Sanitario: Presencia de Insectos (PI), Pudriciones (PU), Clorosis (CL), Gomosis (GO), Tumores (TU), Chancros (CH), Hongos (HO), Sano (SA).
- Observaciones: Zona de Pendiente (ZP), Cercano a Estructuras (CE), Interferencia con Redes (IR), Riesgo de Volcamiento (RV).

- Concepto Técnico: Tala (T), Permanecer (P), Poda de Formación (PF), Poda de Estabilidad (PE).

El inventario forestal deberá cumplir con los siguientes requisitos:

La marcación de los individuos identificados en terreno será de manera consecutiva e irreplicable, con pintura de aceite o plaquetas de aluminio sobre el fuste sostenido con alambre, nunca con puntillas. Así mismo se tendrá en cuenta la localización georreferenciada en el plano topográfico.

- Diligenciar la planilla de inventario forestal en la cual se registrarán todos los individuos identificados. Véase **Anexo 3**. Planilla de inventario forestal.
- Diligenciar la ficha técnica de registro por individuo excluyendo a los árboles y arbustos con DAP menor a 10 m y o alturas menores a 1 m cuyo tratamiento sea tala. Véase **Anexo 4**. Ficha técnica de registro por individuo.
- Elaborar un plano georeferenciado a escala entre 1:500 y 1:000 indicando con exactitud la ubicación de todos los individuos inventariados, de acuerdo con la numeración establecida en el terreno por color de acuerdo al tratamiento recomendado: Verde: Permanecer y Rojo: Tala. Con el fin de justificar el tratamiento solicitado, el plano de inventario forestal debe estar superpuesto en el diseño de la ZODME.
- Es importante resaltar que la numeración realizada en el terreno debe coincidir con la numeración reportada en el formato de inventario forestal, en los planos y en el formato de registro individual, los cuales deben estar firmados por el ingeniero forestal que elaboró el inventario, revisó y aprobó el documento.

Para la elaboración del análisis del inventario forestal, es importante tener en cuenta parámetros técnicos en donde se evalúe el estado actual de la vegetación y complementar el criterio que fue definido en campo de acuerdo a la definición de tratamiento para cada uno de los individuos. Por ello es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Orden de abundancia de especie

Con base en la información recopilada en campo se debe diligenciar la siguiente información:

Cuadro 3 Información recopilada en el inventario forestal

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CANTIDAD.	PORCENTAJE
TOTAL			

Fuente: Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura. 2007

✓ Clase de altura

Se deberá realizar el análisis de la vegetación por clase de altura, así:

Cuadro 4 Análisis de vegetación por clase de altura

	GRUPO I			GRUPO II			GRUPO III			GRUPO IV			GRUPO V		
	< 5m			5 m- 10 m			10,1 m - 15 m			15,1 m - 20 m			> 20,1 m		
	TALA	PERM	BL	TALA	PERM	BL	TALA	PERM	BL	TALA	PERM	BL	TALA	PERM	BL
CANTIDAD															
PORCENT.															

Fuente: Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura. 2007

✓ Análisis volumétrico

En este parámetro se debe presentar el volumen comercial y total objeto de aprovechamiento forestal de acuerdo con la especie, es indispensable para el permiso de aprovechamiento que expide la autoridad ambiental.

En este sentido es importante tener en cuenta que dentro del inventario forestal no se deben dejar espacios en blanco o con valores iguales a cero, por cuanto toda especie, ya sea arbórea o arbustiva, presenta un volumen de madera.

Cuadro 5 Análisis de vegetación por volumen comercial

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CANTIDAD DE ÁRBOLES A APROVECHAR	VOLUMEN TOTAL (m ³)	VOLUMEN COMERCIAL (m ³)	PORCENTAJE
TOTAL					

Fuente: Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura. 2007

B. Tratamientos planteados para el manejo silvicultural

Previo al inicio de las actividades constructivas, el contratista deberá evaluar la vegetación existente en el área de influencia directa, y establecer, de acuerdo con las obras a ejecutar, qué actividades se requieren. El contratista deberá

asesorarse de un ingeniero forestal, quien determinará el tratamiento silvicultural que se dará a la vegetación.

En caso de requerirse la tala de árboles es indispensable realizar un inventario forestal de la vegetación a intervenir por el proyecto. Cuando el volumen maderable sea superior a 20 metros cúbicos, el contratista debe solicitar el permiso de Aprovechamiento Forestal a la Autoridad Ambiental Competente. Si el volumen es menor a 20 metros cúbicos, no se requiere del permiso de aprovechamiento forestal, sin embargo, se puede solicitar a la autoridad ambiental el direccionamiento de las actividades silviculturales. Véase **Anexo 5**. Formato Único Nacional de Aprovechamiento Forestal.

Para establecer los tratamientos propuestos, se deberá efectuar con base en los criterios técnicos relacionados con el estado físico y sanitario del individuo descrito, teniendo como parámetro fundamental la afectación que tendrá la obra sobre la vegetación existente.

Cuadro 6 Tratamiento planteado para la vegetación existente

MARCACIÓN DE ÁRBOL	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	TRATAMIENTO PLANTEADO			
			PERMANECE	TALA	TOTAL	No. árbol georreferenciado
TOTAL						

Fuente: El autor. 2012

C. Proceso para talas

✓ Tala

En caso que las zonas identificadas para la disposición final de materiales estén provistas por árboles de bajo porte; antes de iniciar las actividades de disposición de material sobrante se deberán establecer las actividades de tala.

La tala de los árboles se deberá desarrollar en forma sistemática de acuerdo con los estratos existentes, realizando podas y cortes para minimizar la afectación sobre la cobertura vegetal que se encuentre en las inmediaciones del individuo a talar. Esta actividad requerirá fundamentalmente de mano de obra y control constante por parte del ingeniero forestal del contratista quien ejecutará la obra. Se realizará la tala técnicamente, teniendo en cuenta como mínimo las siguientes medidas preventivas:

- Seguir normas de seguridad industrial, además contar con la supervisión del especialista forestal quien ejecutará la actividad de tala.

- Talar únicamente los árboles identificados e inventariados sobre las áreas para la disposición de material sobrante, para no afectar más vegetación de la requerida durante la ejecución de las obras y evitar impactos a futuro dejando suelos inestables, ya que las raíces de los árboles son las responsables de mantener el suelo en su lugar y evitan que éste se erosione.
- La tala se iniciará a partir de la copa – descope – hasta la base del fuste, utilizando manilas para amarrar y orientar la caída del árbol hacia la zona con menor riesgo y evitar daños a la infraestructura aledaña o a terceros.
- En caso de requerirse será necesario detener momentáneamente el tránsito vehicular y peatonal durante la tala con el fin de prevenir cualquier tipo de daño a los vehículos y lesiones a los transeúntes.

Figura 4. Proceso de tala



Fuente: El Autor. 2009.

❖ Desmonte y descapote

El desmonte es la remoción de la cubierta vegetal y el descapote la remoción de la capa orgánica, rica en materia orgánica y ácidos húmicos, compuesta además, por micro-organismos benéficos que en su actividad permiten la aireación del suelo.

✓ Actividades de desmonte y descapote

- Los trabajos de descapote deberán limitarse solamente en las áreas seleccionadas requeridas para la disposición de material sobrante.

- El espesor de la capa de suelo removida varía de acuerdo con la profundidad del horizonte orgánico del suelo.
- El descapote se realizará con retroexcavadora, cargador o un buldózer, el operario deberá realizar esta actividad bajo estricto control del residente o inspector ambiental.
- En zonas para la disposición de material sobrante con pendientes o media ladera para la conservación provisional de la capa vegetal se puede hacer mediante la utilización de trinchos laterales y evitar que por la acción de aguas lluvias este material se pierda.
- La capa vegetal debe ser almacenada y protegida para ser reutilizada posteriormente en la recuperación de las áreas intervenidas por el proyecto. Para el almacenamiento deben seguirse las siguientes medidas:
 - En el sitio de almacenamiento, se tendrá cuidado para que no se mezcle con sustancias peligrosas y para que no se contamine con suelo estéril.
 - El material de descapote debe apilarse pasto sobre pasto, tierra sobre tierra. La altura no puede superar los 1.5 metros y debe colocarse sobre una superficie plana que impida su compactación.
 - El suelo debe manipularse con el menor contenido de humedad posible.
 - No se puede permitir el paso de maquinaria y/o vehículos sobre el suelo almacenado.
 - El suelo almacenado debe ser protegido contra la acción erosiva del agua y del viento y contra la acción directa del sol. Temporalmente debe hacerse riego para mantener la humedad.

❖ Disposición final de residuos vegetales

Esta actividad está referida a las actividades de cargue, transporte y disposición final de los residuos generados por las labores de descapote y tala, en las cuales se produce una alta cantidad de madera, follaje, ramas que pueden o no tener un uso posterior en la obra o en la comunidad.

En primera instancia, el material vegetal de desecho generado por la actividad de poda, aprovechamiento o tala deberá ser utilizado, en lo posible, para las diferentes actividades constructivas que requieran madera, para la producción de abonos orgánicos, insumos para siembra, propagación u otras actividades propias de la arborización.

En segunda instancia, puede ser donada a la comunidad, previa solicitud escrita, para lo cual se elaborará un acta de donación donde se especifique el uso final que tendrá el recurso.

Por otro lado, las ramas y el follaje deberán ser dispuestos en zonas autorizadas para residuos silviculturales y deberá cumplir con el procedimiento para la conformación del sitio de disposición final de materiales provenientes del manejo silvicultural.

Finalmente, la capa de suelo obtenida del descapote será reutilizada para dar terminado a la zona de disposición final de material sobrante, extendiéndola en la superficie para proceder a ejecutar las labores de empedradización o arborización. Este material debe ser acopiado adecuadamente para evitar su descomposición, para lo cual se procederá a efectuar riego y volteo periódico al mismo.

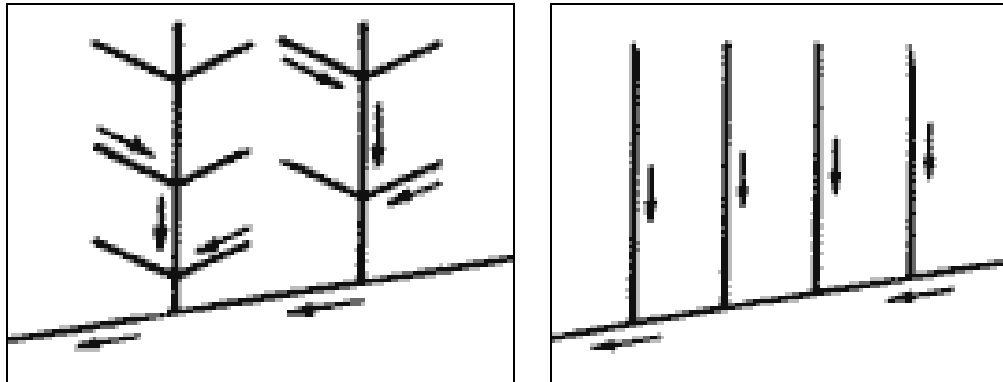
❖ Manejo integral de agua

Posteriormente se iniciará la construcción de las obras de contención y de drenaje para evitar erosión, en caso de ser necesario se podrán instalar filtros de desagüe para permitir el paso del agua, adicionalmente es necesario proponer emplazar un sistema de drenaje adecuado (espina de pescado u otro), conformado por material granular seleccionado tubería perforada, envuelto en geotextil no tejido.

✓ Instalación de drenajes en espina de pescado

La disposición clásica es en "espina de pescado" donde hay un tubo principal, central o en un lateral al que se conectan los ramales. Las zanjas laterales deben unirse a la principal en un ángulo de 60° y estar separadas entre ellas 2 ó 3 metros.

Figura 5. Drenaje en espina de pescado



Fuente: articulos.infojardin.com

- Se cavan zanjas de unos 50 cm de profundidad y 40 cm de anchura. Todos los tubos deben descansar con una ligera pendiente para que pueda correr el agua.
- Depositar en el fondo de las zanjas una capa de 8-10 cm de espesor de grava.
- Sobre la grava se instalan los tubos especiales para drenaje. (corrugados y poseen múltiples agujeros).
- Disponer otra capa de grava sobre dichos tubos de 20-25 cm de espesor y se extiende sobre la capa de grava una tela geotextil. Esta tela tiene la finalidad de hacer de filtro, es decir, dejar pasar el agua pero no la tierra porque terminaría colmatando la grava.
- Finalmente rellenar con tierra (25-30 cm.), para poder ser mezclada con arena.

Figura 6. Modelo de espina de pescado



Fuente: artículos.infojardin.com

Las tecnologías a utilizar para estos proyectos están relacionadas con las obras de carácter técnico como son: construcción de canales, cunetas y disipadores; se elegirán los sitios más adecuados para ubicar las obras de control.

Una vez se hayan establecido los diseños de las obras requeridas para el control de erosión y evitar la contaminación de fuentes de agua y suelo así como la construcción de los drenajes ubicados estratégicamente en los diferentes sitios de disposición de material sobrante, estas estructuras encausarán las aguas hacia las alcantarillas que se encuentran establecidas sobre el corredor vial.

❖ Especificación de las obras complementarias para el manejo de aguas superficiales

✓ Canal de corona

El objetivo del canal de corona es conducir las aguas provenientes de la parte alta hacia los cauces o drenajes naturales con el fin de evitar que las aguas de escorrentía en períodos lluviosos drenen por el área en operación y de esta manera facilitar las labores generales de disposición.

✓ Canal perimetral

El fin del canal en perimetral es recoger las aguas provenientes de los canales de coronación y las bermas.

✓ Protección de desagües o disipadores de energía

En los puntos de descarga de los distintos tipos de canalización se emplean protecciones, con la doble finalidad de disipar la energía del agua y evitar la erosión de las zonas entre los desagües y canales de aguas abajo. Las paredes y fondos de estos canales son cubiertas con un encachado de piedra, revegetadas o revestidas de hormigón u otros materiales.

❖ Manejo paisajístico

Una vez se haya terminado la colocación del material en el sitio de disposición final, es necesario que se extienda una capa de suelo orgánico sobre la superficie y que sobre ella, se realice la restauración paisajística mediante cobertura vegetal en los taludes del sitio y en su cubierta.

Al terminar la nivelación, las áreas utilizadas como depósitos de material sobrante, quedan desprovistas del suelo, capa vegetal y rastrojo; en estas condiciones el desarrollo de la vegetación es muy difícil, es necesario la reutilización del material de descapote almacenado y protegido, además la incorporación de especies para siembra de pantallas vivas, protección de suelos, medidas de compensación, franjas de amortiguación, etc.

✓ Repoblación vegetal y diseño paisajístico

Este diseño se debe implementar desde el mismo instante que se comienza con la adecuación de las labores de desarrollo y preparación del proyecto; para la implementación de las barreras ambientales y la cobertura vegetal es necesario contar con especies arbustivas de rápido crecimiento, recuperadoras de suelo (fijadoras de nitrógeno) y que soporten períodos de sequías.

✓ Criterios para la selección de especies a plantar

Para la descripción de especies se debe tomar como referencia las especies vegetales existentes que resultan benéficas para el control de erosión y para la recuperación de suelos (fijadoras de nitrógeno), en una zona que ha sido expuesta temporalmente a los procesos erosivos.

✓ Pendiente del talud

Se recomienda sembrar especies de crecimiento rastrero, aptas para afianzar los primeros milímetros de suelo, claves en el control de erosión.

También es conveniente el establecimiento de especies de tipo arbustivo como para taludes de suelos arcillosos, para taludes de suelos arenosos, para taludes con suelos arcillosos, para taludes de roca compacta especies que dinamizan el desarrollo a una etapa posterior de la sucesión (dinamogénicas), con distancias entre sí de 80 - 100 cm. La implementación de estos tratamientos permiten emprender una restauración que una vez iniciada artificialmente, se retroalimenta positivamente y por sí sola.

En este punto radica su ventaja fundamental con respecto a las técnicas tradicionales, las cuales dependen de insumos y subsidios constantes y en el mejor de los casos, aseguran la cobertura para un corto plazo y sólo en los medios menos severos. No es recomendable utilizar vegetación de tipo arbórea para los taludes, ya que esta puede aportar demasiado peso, desestabilizando la masa de suelo.

✓ Área de manejo silvicultural

Está comprendida por la vegetación típica de la zona, que haya permanecido por mucho tiempo, los cuales se encuentran en las partes más altas y se han adaptado a las condiciones de la zona. En esta zona se conservarán las características que se presenten en la actualidad.

✓ Barrera ambiental

El objeto de la barrera ambiental vegetativa es contrarrestar el impacto visual, sónico y la generación de polvos; que pueda ocasionar los movimientos de suelo para la adecuación geomorfológica, para este trabajo se debe tener criterios para el establecimiento del material vegetativo:

- Especímenes de grandes portes y colores vistosos.
- De rápido crecimiento.
- Poco exigentes en aguas debido a que se establecerá en zonas donde se ha depositado material removido.
- Que soporten suelos superficiales.
- Sirven de protección de aguas en las quebradas secas en época de invierno.

La barrera visual se deberá establecer en los linderos de cada de las zonas de depósito de material sobrante.

❖ Técnicas silviculturales

Son las especificaciones técnicas necesarias para el establecimiento de una plantación y su posterior manejo y control. El éxito de la recuperación no sólo se debe a la preparación adecuada del terreno y a la selección de las especies vegetales más idóneas, sino también a la técnica de implantación que mejor se adapte a las características de la zona a revegetalizar y reforestar.

La selección del método de instauración está condicionado por la topografía (pendiente) y tamaño de la superficie de actuación, las condiciones atmosféricas, la textura (humedad y pedregosidad superficial), la compactación, la intensidad de los procesos geofísicos, la disponibilidad de agua, el tipo de vegetación seleccionada y las restricciones técnicas (accesibilidad de las máquinas o personal a las áreas a recuperar) o económicas.

La técnica de implantación y el tipo de material vegetal a emplear están influidos por la decisión o el uso posterior de la zona, una vez concluidas las actividades de disposición de sobrantes.

En general como los trabajos de recuperación se dirigirán con fines paisajísticos, recreativos y habitacionales; es conveniente simular entonces las técnicas de siembra o plantación para inducir una mayor diversidad de hábitats, aumentar la calidad visual de la zona al utilizar elementos vegetales de características muy diversas) y favorecer la recuperación a corto y mediano plazo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se sugiere emplear el método de tres bolillos o triángulo equilátero, con variación de especies dependiendo del sitio a recuperar para garantizar mayor densidad de plantación y aumentar la calidad visual de la zona, por lo tanto mayor protección del suelo.

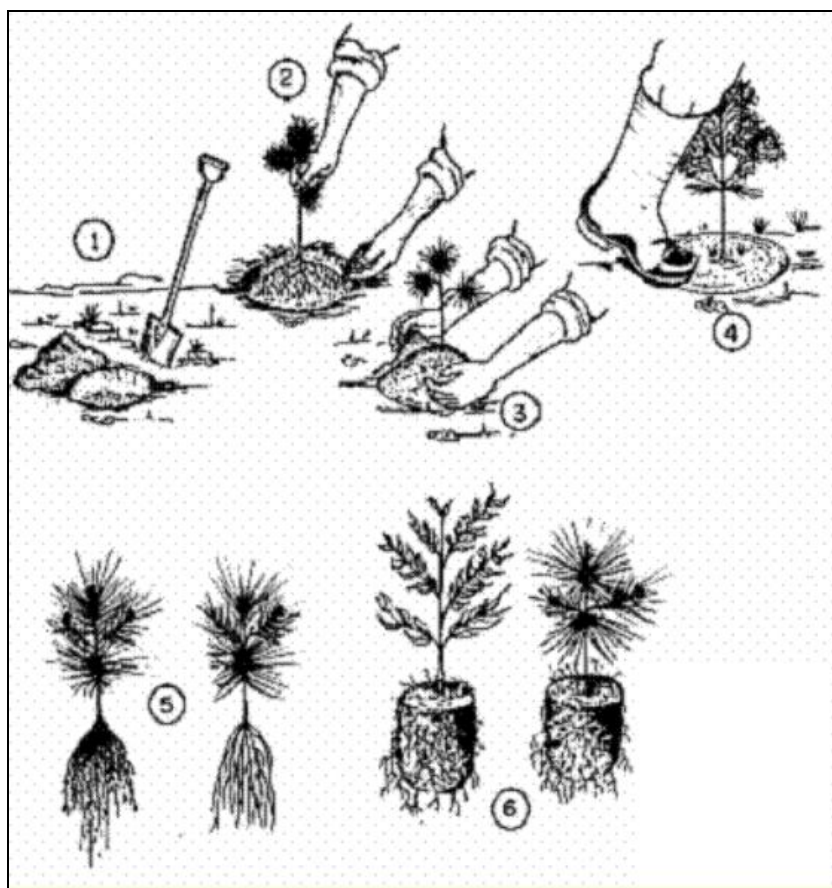
Para que se pueda realizar una revegetalización y reforestación exitosa es necesario contar con la colaboración de la comunidad, con el fin de no tener perturbaciones o alteraciones de tipo antrópico que cause una regresión sobre el proceso de una revegetalización inducida.

Para la plantación de especies arbustivas y arbóreas para el establecimiento y desarrollo de la plantación de las especies vegetales y la conformación de las unidades paisajísticas, es necesario llevar a cabo las siguientes actividades:

- a) *Delimitación y marcación de sitios de plantación.* De acuerdo a la propuesta de repoblación establecida en el diseño paisajista, se procederá a delimitar las áreas a reforestar, determinándose las especies y número a plantar.

- b) *Adecuación del terreno.* Se harán las labores de limpieza del sitio donde se pretende realizar el establecimiento de la plantación, el cual deberá quedar en condiciones óptimas para tal fin.
- c) *Trazado y estacado.* El sistema de siembra que se deberá utilizar es en tres bolillos y en hileras con distancias entre plántulas comprendidas entre 2.5 metros y 5 metros, según el tratamiento que se esté realizando. Se medirá con cinta métrica y se colocará una estaca en cada punto.
- d) *Ahoyado.* Para la siembra es preciso realizar hoyos de mínimo 30 cm. de diámetro, por 30 cm. de profundidad; con 15 días de anticipación a la siembra se realizará un repique en el fondo de cada hueco para lograr una mejor aireación y buen desarrollo de las plántulas en la etapa inicial.

Figura 7. Método de plantación de especies arbustivas y arbóreas



Fuente: Agencia de Desarrollo Rural. Plan de conservación de suelos

La plantación consta de cuatro pasos (1) excavar el hoyo, (2) poner la planta en posición natural, (3) rellenar el hoyo y (4) apisonar el suelo alrededor de la planta, para asegurar que la humedad se mantenga; el material de plantación puede

contar de: (5 y 6) plantas con raíz desnuda (plantas con cepellón o terrón). Es importante anotar que el diámetro y profundidad puede variar dependiendo del material vegetal, especie y desarrollo de la misma.

- e) *Plateo*. Se efectuará en forma manual (maquete o azadón), una limpieza de 60 cm. A 1,0 m. de diámetro alrededor de cada hoyo. Este plateo se efectuará si la plantación lo requiere (en caso de que el suelo haya sido inundado por especies indeseables), para evitar competencia con las especies a plantar.
- f) *Fertilización*. Para la fertilización se adicionará en el fondo abono orgánico (humus), además se aplicarán según sea el caso 2000 gr. de gallinaza, mezclados con 100 gr. de triple 15, procediéndose luego a su cubrimiento con una capa de tierra, a fin de evitar el contacto directo del producto con las raíces de las plántulas. El objetivo de la fertilización es que el árbol crezca vigoroso y pueda soportar cualquier adversidad.
- g) *Época de plantación*. Se debe verificar el régimen de precipitación bimodal, para identificar las máximas precipitaciones. La plantación se llevará a cabo al comenzar el invierno, luego de la segunda o tercera precipitación.
- h) *Siembra*. La siembra se realizará sacando las plántulas de las bolsas, en el momento deben estar húmedas y la bolsa se debe quitar luego de realizar cortes longitudinales a la misma con bisturí, y con el pan de tierra. Posteriormente se deberá colocar el material vegetal en el centro del hoyo dejando el tallo en forma vertical, teniendo cuidado de no dañar las raíces, ni que queden dobladas, posteriormente se debe llenar el hueco con tierra, apisonando al rededor del mismo, para que no queden bolas de aire en el suelo. Cuando se planten árboles de tamaño superior a 1.0 a 1.5 m, generalmente es necesario colocar un tutor que sirva de guía y proteja el árbol del viento. El tutor se debe instalar una vez abierto el hueco y antes de insertar la planta. Los sistemas de fijación entre el tutor y el árbol han de ser suficientemente amplios para permitir que el árbol crezca sin que se dañe la corteza y se produzcan heridas.
- i) *Mortalidad*. Los árboles que por una u otra razón no se establezcan o se presenten amarillentos o muertos, se remplazarán en el siguiente período de lluvias.

10.2.6.2 Fauna

En el área seleccionada para disposición de ZODME, deberá realizarse una caracterización en fauna para establecer unas medidas de manejo ambiental que deberán ser implementadas en la ejecución del proyecto.

10.2.6.2.1 Metodología

La metodología para la caracterización de la fauna en campo está dirigida a dos objetivos:

1. Obtención de información por fuente directa mediante el muestreo y captura de fauna (información primaria).
2. Obtención de información por fuentes indirectas mediante encuestas a la población y revisión bibliográfica (Información secundaria).

Tanto la información primaria como la secundaria, debe ser recopilada por la bióloga que hace parte del grupo de especialistas del contratista quien ejecute el proyecto. Esta información deberá ser compilada en los sitios de muestreo que serán escogidos en campo, utilizando dos criterios principalmente: el estado, uso, tamaño y forma de los cuerpos de agua presentes y las variaciones del paisaje, tanto por la vegetación presente, como por el desarrollo rural y urbano de la región; de esta forma, se deben establecer transeptos de observación en el área de estudio.

✓ Información primaria

Para la obtención de información primaria de todos los grupos de vertebrados terrestres (Aves, Mamíferos, Reptiles y Anfibios), se deberá realizar muestreos mediante transeptos de observación utilizando binoculares y cámara fotográfica. Estos muestreos se efectuarán a diferentes horas del día para poder registrar el mayor número de especies sin importar el horario de su pico de actividad.

Se buscará registrar tanto las observaciones directas de individuos como los rastros que se pudiesen encontrar como huellas, excremento y pelo. Debido a la dificultad de observación de muchos organismos, este tipo de muestreo requiere de mucho tiempo para ser exitoso, de manera que la mayor cantidad de información provendrá de las encuestas a la población y revisión bibliográfica secundaria.

✓ Información secundaria

La información secundaria, proveniente de encuestas a la población, es una fuente muy importante por dos razones: porque el tiempo de muestreo directo es muy corto, y porque los habitantes de la zona están mucho más familiarizados con el lugar y con lo que en él habita.

Para la recopilación de información secundaria sugiere realizar una revisión de literatura para saber cuáles especies han sido reportadas en la zona. Con esta información se busca obtener libros y fotografías de estas especies con el fin de que las personas encuestadas puedan reconocer los animales que hayan visto en la zona. Esto permitirá saber que especies de fauna se encuentran en la zona.

✓ Resultados esperados de los días de muestreo

1. Identificación en campo de los especímenes capturados con la utilización de las respectivas claves taxonómicas.
2. Totalidad de la información secundaria proveniente de las encuestas a la población.
3. Información organizada para los respectivos análisis.

10.2.6.3 Social

10.2.6.3.1 Metodología

La caracterización social constituye un referente fundamental que permitirá hacer una identificación de los impactos que puedan ser generados con la ejecución del proyecto, así como el planteamiento de posibles medidas que se tomarán a fin de prevenir, minimizar o mitigar los impactos negativos y/o potenciar o ampliar los positivos.

En términos generales, la caracterización se deberá efectuar haciendo uso de los instrumentos y técnicas aportadas por las ciencias sociales, a través de procesos de recopilación, procesamiento y análisis de información primaria y secundaria. Se recomienda enfatizar en especial, la necesidad de construcción de espacios de participación social de los sectores, actores relevantes y comunidad en general con el fin de garantizar una construcción y apropiación colectiva de las distintas fases de ejecución del proyecto.

La metodología a emplear para la realización de la caracterización se desarrollará a través de las siguientes fases:

✓ Fase de Exploración y Acercamiento a la Comunidad

En esta primera fase se busca establecer puntos de contacto con la comunidad de influencia del proyecto de obra, se lleva a cabo observación directa y se establece el diario de campo como instrumento alterno a la encuesta socioeconómica en la recolección y acopio de la información de la zona. Adicionalmente, se informará a la comunidad, algunas características generales del proyecto, se enfatiza sobre la importancia de su participación a lo largo del desarrollo del mismo y sobre la disposición del contratista para garantizar procesos de calidad, participación y eficiencia. La principal actividad para el desarrollo de esta primera fase se enfatiza en realizar recorridos con el fin de identificar actores institucionales, actores sociales relevantes, residentes, propietarios y arrendatarios del sector que se encuentren ubicados aledaños al proyecto.

✓ Fase de Recopilación de Información

En esta segunda fase se lleva a cabo el proceso de recolección de datos de carácter cualitativo y cuantitativo, necesarios para construir una imagen clara de las características económicas, sociales y culturales de la población intervenida directamente por el proyecto. Las actividades principales para el desarrollo de esta segunda fase consisten en elaborar instrumentos para la recolección de información tales como encuesta socioeconómica (permite caracterizar la población y la zona objeto de estudio e identificar los impactos socioeconómicos y culturales que se generarán a la población), diario de campo (permite realizar una descripción del acercamiento a la comunidad y así mismo tener una visión de los posibles impactos socioeconómicos y culturales).

Para la aplicación de los instrumentos de recolección de información, particularmente para la encuesta socioeconómica, se tendrá en cuenta el entorno social que cubre el proyecto de la referencia, es decir las empresas y/o unidades sociales que se encuentren aledaños al proyecto. Una vez se recolecte la información dada por las diferentes unidades sociales, permitirá la caracterización de la zona en los siguientes aspectos:

- Identificación de condiciones socioeconómicas y culturales de la comunidad.
- Historia de las transformaciones urbanas y afectaciones al entorno natural.
- Caracterización de pobladores, uso de las edificaciones. (Vivienda, comercio, industria, institucional).

Fuentes Secundarias: documentos institucionales, técnicos, normativos, información censal, entre otros, de cada uno de los Municipios objeto de estudio, serán parte de la construcción del diagnóstico. Esto comprende la identificación y

consulta a las entidades gubernamentales y no gubernamentales de la zona de influencia.

✓ Fase de Procesamiento y Análisis de Información

Organizar los tipos de información cualitativa y cuantitativa estableciendo coherencias lógicas en función de los aspectos informativos señalados y organizados en la fase anterior. Se propone elaborar un informe final que contenga la caracterización socioeconómica del entorno del proyecto, así como las conclusiones y recomendaciones que arroje la investigación.

10.2.7 Identificación de variables hidrometeorológicas

El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un lugar determinado. El clima es el resultado de la interacción de varios factores que influyen directamente en sus características. Para determinar estas características podemos considerar como esenciales un grupo de elementos del clima: la temperatura, la humedad y presión del aire, vientos y precipitaciones.

De estos elementos, los más importantes son la temperatura y las precipitaciones, porque en gran parte, los otros elementos del clima están estrechamente relacionados con estos. En el clima intervienen los factores climáticos, tales como la latitud, altitud y localización de un lugar y dependiendo de ellos variarán los elementos del clima.

Para identificar el comportamiento climatológico del área de influencia indirecta (AII) del proyecto, se deben tener en cuenta los registros que se encuentren en las estaciones climatológicas principales (CP), ó climatológicas ordinarias (CO) ó en los EOT o POT del municipio aledaño al proyecto.

10.2.8 Levantamiento topográfico

Esta actividad corresponde al levantamiento de detalle de la zona de interés, enmarco en la definición morfométrica de la zona inestable, incluyendo sus zonas aledañas. Se describirá el procedimiento técnico de trabajo a seguir, especificando los equipos y herramientas de análisis a emplear, incluyendo información de los procesos de análisis y de los resultados obtenidos. Producto de este trabajo se debe presentar una cartografía detallada escala 1:500 o 1:1000, con curvas de nivel cada 1.0 metro como mínimo, tanto en planta como en secciones

transversales representativas. Se registrarán todos los detalles existentes relacionados con la infraestructura vial, servicios públicos, viviendas cercanas, red de drenaje, entre otros detalles.

La información topográfica contará con el amarre respectivo a las coordenadas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAG, a través de puntos suministrados y certificados por esta institución, se presentarán las carteras de campo y cálculo, referenciado al sistema de coordenadas conocido, con los rótulos suministrados por el contratante, e incluirá la siguiente información:

- ✓ Todos los puntos con altimetría y descripción.
- ✓ Curvas de nivel cada 0.5 m.
- ✓ Escarpes, flancos y aspectos físicos relacionados con deslizamientos.
- ✓ Afloramiento y zonas de acumulación de agua.
- ✓ Perímetro de la construcción con vacíos internos.
- ✓ Divisiones de construcciones prediales.
- ✓ Nomenclatura predial.
- ✓ Tapas de cámaras y sumideros inmediatos.
- ✓ Cerramientos prediales.
- ✓ Sardineles de andén.
- ✓ Zonas verdes.
- ✓ Árboles discriminados por tipo.
- ✓ Señales y postes.
- ✓ Nomenclatura de calles.
- ✓ Razones sociales de predios comerciales.
- ✓ Coordenadas en cuadrícula y cuadro de coordenadas de los mojones de delimitación del lote y materialización en campo de mínimo 2 puntos.
- ✓ Plano de localización 1:2000.
- ✓ Cuadro de convenciones, Poligonal y coordenadas.
- ✓ Referenciar localización del cerramiento para su posterior construcción.
- ✓ Identificación transformadores de energía, de todas las cajas y puntos de servicios públicos.
- ✓ Cotas de las placas de piso de las construcciones e identificación de número de pisos.

Como información complementaria se debe anexar como mínimo la siguiente información.

- ✓ Certificación del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) de las coordenadas de amarre.
- ✓ Certificación de calibración de los equipos utilizados.
- ✓ Incluir el cuadro de mojones para el replanteo de obras en campo.

Para el componente flora, se debe realizar un levantamiento de la cobertura vegetal y de los diferentes usos del suelo en las áreas de estudio. El resultado de

esta actividad se consignará en planos a escala 1:500 o 1:1000. En el estudio se deben presentar claras evidencias del uso dado a la información sobre usos del suelo y cobertura vegetal (infiltración, condiciones de drenaje superficial, etc.).

10.2.9 Estudios geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e hidrogeológicos

El conocimiento de la geología local, de las características litológicas y estructurales del área de estudio contribuye al conocimiento cualitativo del comportamiento de la roca o del suelo de fundación al estar en interacción con los materiales depositados.

El comportamiento de los materiales depende de las características mineralógicas y la textura, las cuales inciden en las propiedades físicas, químicas, hidroquímicas e hidráulicas de las rocas; como también sobre los suelos a que dieron origen. De igual forma la geología estructural incide sobre la estabilidad cinemática de los taludes por la existencia de planos de discontinuidad tales como estratificación, diaclasas, fallas. En este orden de ideas, el modelo geológico local ayudará a determinar la competencia de una formación geológica como apta para soportar el depósito de materiales.

En cuanto a la geomorfología, ésta permite identificar, delimitar y cartografiar los procesos geomorfológicos pasados, activos y potenciales con sus correspondiente unidades, con el objeto de determinar la incidencia de éstos sobre la estabilidad de la ladera al colocar el relleno; fenómenos de reptación, erosión laminar, en surcos o en cárcavas que podrían ser el inicio de movimientos de remoción en masa.

A partir del modelo geológico se estructurará un modelo hidrogeológico conceptual que permita determinar la presencia de acuíferos activos o potenciales y/o las zonas de recarga y descarga; además identificar y delimitar los cuerpos de agua que pueden verse afectados.

En lo que concierne a la hidrogeología se incluirán todos los aspectos estimados en la definición del comportamiento hidrogeológico de la zona, definiendo niveles de aguas máximos y mínimos para los análisis. Esta información se presentará por medio de secciones típicas integrando todas las consideraciones pertinentes, necesarias para realizar los análisis de estabilidad.

Adicional a lo anterior, en el aspecto hidrológico es imprescindible considerar el régimen de precipitación y evaporación de la zona, con el fin de determinar la cantidad de agua de escorrentía que podría esperarse y darle manejo para evitar

la generación de procesos erosivos y de saturación del relleno, lo que contribuye en gran medida a la generación de fenómenos de inestabilidad.

10.2.10 Consideraciones para el diseño geotécnico

Se debe de tener en cuenta lo siguiente:

a) Definición del programa de investigación del subsuelo.

La definición del plan de exploración del subsuelo y el tipo y cantidad de pruebas de laboratorio dependerán del área a intervenir, condiciones geológicas (tipo de materiales), etc. A su vez, se recomienda que se proyecten sondeos cuyo avance permita la caracterización de todos los materiales presentes, incluyendo las rocas.

b) Exploración directa por medios mecánicos y/o manuales, pruebas de campo y pruebas de laboratorio.

Las perforaciones permiten obtener información para los diferentes tipos de materiales presentes y muestras de tipo alterado e inalterado para su caracterización por medio de ensayos de laboratorio. Adicionalmente durante la etapa de perforación es conveniente complementar la información acerca de los materiales encontrados por medio de pruebas de campo, que permitan mejorar la concepción del comportamiento de los diferentes depósitos. Para tal efecto dependiendo de las características de los materiales se pueden emplear pruebas como el ensayo penetración estándar (SPT), prueba de penetración de cono, veleta de campo, entre otras.

Sobre las muestras recolectadas se realizarán ensayos índice, de clasificación y resistencia en laboratorio. Se debe incluir una tabla de resumen en la que se muestren los parámetros obtenidos y que permitan agrupar diferentes tipos de material según características de plasticidad y comportamiento geomecánico similar, para de esta manera poder extrapolar resultados y definir el modelo geológico-geotécnico para las secciones de análisis que se consideren en los análisis de estabilidad.

Finalmente en los registros de perforación se debe incluir un perfil que muestre la variación con la profundidad de las principales propiedades, tanto índice como geomecánicas de los depósitos que se hayan caracterizado.

Caracterización de los parámetros geotécnicos

La caracterización de parámetros geotécnicos se derivará de pruebas de laboratorio como cortes directos o compresiones confinadas, entre otros. Igualmente es válido complementar esta información con parámetros de resistencia obtenidos de otros estudios en materiales similares, con el fin de tener un espectro de valores que permitan la realización de análisis probabilísticos. Sin embargo, se deberán justificar claramente los criterios de extrapolación para los parámetros obtenidos de otros estudios.

De la caracterización de los materiales se deberán definir y justificar claramente los criterios de adopción de valores máximos, mínimos o promedio, según la metodología de análisis. Se deberá incluir una tabla de resumen para cada una de las unidades que se deriven de la agrupación de materiales con comportamiento similar, en la que se especifiquen los parámetros de resistencia adoptados que serán empleados para definir el modelo Geológico-Geotécnico.

De igual manera para el caso de macizos rocosos, se podrán utilizar diferentes sistemas de clasificación geomecánica para la obtención de los parámetros de resistencia del macizo rocoso (GSI, Q (Barton, RMR, etc.).

c) Investigación geotécnica del sub-suelo (pruebas de campo)

Esta fase del estudio contempla tres (3) aspectos esenciales. Un primer aspecto corresponde a la exploración del sub-suelo, un segundo aspecto correspondiente a la caracterización de las propiedades índice de los diferentes materiales encontrados en el terreno, y un tercer aspecto hace referencia a la caracterización del comportamiento geomecánico de éstos.

Exploración del Subsuelo

Esta etapa se abordará teniendo en cuenta las características más importantes de los aspectos geológicos, geomorfológicos, con el fin de poder extrapolar en profundidad las características del subsuelo y definir así sus propiedades geotécnicas.

Se deberá especificar en el informe el plan de exploración efectuado, indicando en un plano o esquema la localización de las perforaciones. Igualmente es recomendable incluir una tabla señalando las profundidades alcanzadas en cada perforación e indicando su tipo (sondeo manual, mecánico, apique o trinchera).

Se deberán incluir los registros de perforación de todas las exploraciones. Adicionalmente, en los registros de perforación es adecuado relacionar cada

estrato encontrado con la formación geológica a la cual pertenece. Esta es una herramienta necesaria para concebir de una manera más acertada el modelo Geológico-Geotécnico.

d) Formulación del modelo geológico geotécnico para análisis.

Con base en los análisis geológicos realizados, se planteará un modelo Geológico – Geotécnico integral, que establezca con claridad conceptual la relación entre los rasgos geológicos presentes en la zona de estudio y los rasgos de los procesos de inestabilidad identificados o potenciales (tamaño, dinámica, distancias de movimiento y similares).

El modelo geológico geotécnico integral, consolidará la información relacionada con las características geológicas y geotécnicas de materiales presentes (definiendo su distribución en profundidad, considerando su origen y comportamiento geotécnico), incluyendo los mecanismos de falla predominantes y los procesos de inestabilidad activos y potenciales.

En la identificación de los modos de falla, además de los antecedentes históricos de inestabilidad se integrarán los elementos que conforman el modelo geológico geotécnico para inferir y evaluar los modos de falla potenciales, frente a posibles nuevos usos del suelo o al grado de intervención requerido

e) Análisis de estabilidad de taludes

Basados en el modelo Geológico - Geotécnico formulado, se realizarán análisis de estabilidad de taludes, considerando metodologías aplicables a los mecanismos de falla definidos, bajo metodologías estadísticas o probalísticas. Estos análisis se realizarán en las zonas de ladera y en los taludes proyectados en la reconfiguración del material proveniente de los cortes y excavaciones; en este sentido, se realizarán análisis de estabilidad global y local.

Se deben analizar diferentes escenarios, considerando niveles freáticos o factures R_u en condiciones "normales" y "extremas". Así mismo, se analizarán las condiciones de estabilidad considerando la posibilidad de ocurrencia de sismos. Para determinar las condiciones de amenaza sísmica se tomará como base los estudios de Microzonificación presentes o las definidas en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.

Para los análisis pseudo-estáticos la aceleración crítica no podrá ser menor a $2/3$ de la aceleración máxima (A_0), para un periodo de análisis de 50 años y una probabilidad de excedencia no mayor al 10%.

Los análisis de estabilidad con las medidas recomendadas de disposición y/o estabilización, deberán cumplir como mínimo con los factores de seguridad básicos mínimo directos, definidos en la Tabla H.2.4-1 del Título H de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.

f) Análisis de capacidad portante

Se evaluará la capacidad portante en las zonas donde se proyectan terraplenes, cumpliendo con los factores de seguridad básicos mínimo directos, definidos en la Tabla H.2.4-1 del Título H - NSR-10 y los factores de seguridad indirectos mínimos definidos en la Tabla H.4.7-1 de las misma normatividad.

10.2.11 Consideraciones para el diseño hidráulico

Se presentarán las recomendaciones para la intercepción captación y manejo del agua de escorrentía superficial y sub-superficial definiendo obras como cunetas, filtros, drenes, etc.

La especificación del tipo y cantidad de estas obras dependerá principalmente de las condiciones hidroclimáticas e hidrogeológicas de la zona.

Véase **Anexo 6**. Manejo geotécnico y de aguas.

10.2.12 Especificaciones de construcción del ZODME

Se presentarán las especificaciones particulares para el manejo y disposición de los sobrantes bajo el marco de referencia de los diseños geotécnicos e hidráulicos establecidos. Se indicarán entre otros aspectos:

- a) Recomendaciones de adecuación del terreno previa a la disposición de los materiales.
- b) Actividades de pre-selección del material previo a la disposición.
- c) Especificaciones de necesidades de pre-tratamiento de los materiales.
- d) Tipos de maquinaria y equipos a emplear para el lleno y compactación.
- e) Definición de los espesores del material a disponer.

- f) Programa de llenado de acuerdo a la definición de baterías o etapas de disposición.
- g) Es indispensable georreferenciar el área de interés para la ZODME.
- h) Verificar el acceso a la zona de disposición, evitando impactos ambientales significativos para el proyecto.
- i) Identificar la presencia de cobertura vegetal en el área de interés para aplicar las medidas de manejo ambiental necesarias.
- j) Se deben de contemplar y ejecutar las obras de drenaje y control geotécnico que sean requeridas garantizando la estabilidad del área y evitar la contaminación de cuerpos hídricos cercanos a la zona de disposición final.
- k) El área de interés para ZODME debe respetar las zonas de exclusión dadas por la autoridad ambiental y/o EOT – POT.
- l) Determinar el sistema de lleno a aplicar de acuerdo a la morfología del terreno y el grado de compactación de los materiales.
- m) Diseñar las medidas de manejo ambiental a implementar acordes con los volúmenes de movimientos de tierra a realizar (cortes y excavaciones).
- n) Realizar la reconfiguración morfológica y paisajística mediante la revegetalización del área, contemplando obras de estabilización.
- o) El material que proviene de las actividades de descapote no podrá ser depositado en las ZODME.
- p) Determinar si requiere o no el plan de mantenimiento y seguimiento basado en las pólizas de estabilidad entre el propietario del predio y el constructor de la obra.

Véase Figura 6. Diagrama de proceso de elaboración del ZODME.

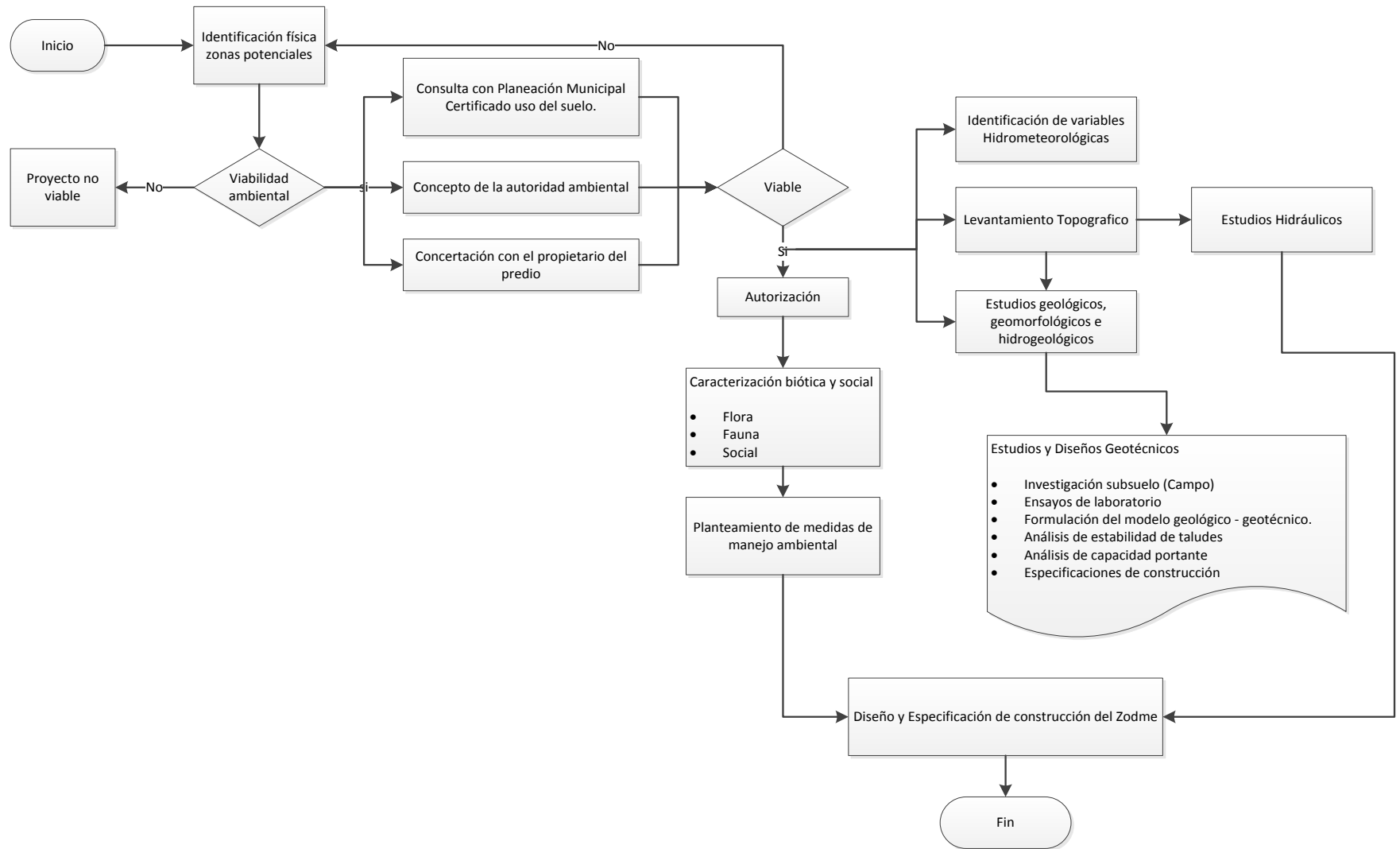


Figura 8. Diagrama de proceso de elaboración del ZODME
Fuente: Autor del proyecto.2012

11. CONCLUSIONES

- ✓ Se efectuó el diagnóstico de la situación actual identificando las necesidades de formular una herramienta para la disposición de materiales provenientes de excavaciones se analizó para el caso del departamento de Boyacá la inexistencia de ZODMES por parte de CORPOCHIVOR.
- ✓ En el presente documento de investigación se integraron las medidas de manejo ambiental y social necesarias para realizar una alternativa eficaz de disposición de materiales sobrantes; dentro de dichas medidas se encuentran: Evaluación de las condiciones físicas, bióticas y sociales, levantamiento topográfico, estudios geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e hidrogeológicos, entre otras.
- ✓ la propuesta de guía metodológica para la disposición de sobrantes provenientes de excavaciones y cortes de proyectos de infraestructura vial en zona rural de Colombia, brinda como resultado una alternativa ambientalmente sostenible para disposición de sobrantes en predios aledaños a los proyectos viales, considerando criterios técnico – ambientales.

12. RECOMENDACIONES

- ✓ Esta propuesta de guía puede ser evaluada por las autoridades ambientales de modo que sea factible su implementación de acuerdo a las metodologías planteadas en la misma; se sugiere un análisis interdisciplinario que pueda enriquecer algunas temáticas en las áreas sociales, biológicos, hidrogeológicos, geomorfológicos, entre otros.
- ✓ Es conveniente socializar con las autoridades municipales de las zonas rurales de Colombia, para llevar a cabo la aplicación de esta propuesta de guía para disposición de ZODMES en proyectos de infraestructura vial.
- ✓ Ejecutar un diseño siguiendo los pasos de la guía metodológica propuesta para verificar la validez de los procedimientos planteados.

BIBLIOGRAFÍA

CEPAL. Procedimientos de Gestión para un Desarrollo Sustentable. Santiago de Chile, 1993.

HOYOS PATIÑO, Fabián. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Diccionario de Geotecnia. Febrero de 2009.

ICFES. Serie aprender a investigar. Módulo 2: La investigación.

ICONTEC. Norma Técnica Colombiana 1486 de 2011. Normas de presentación para de trabajos (seminarios de grado, pasantías, monografías, tesis, y otros trabajos escritos).

INVIAS. Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura, Subsector vial. Segunda edición, Octubre 2007.

INVIAS. Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura, Subsector vial. Segunda edición, Abril 2011.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE – MADS. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA. 2012.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Plan Nacional de Desarrollo Ambiental: Hacia el Desarrollo Humanos Sostenible. Santafé de Bogotá D.C., 1995.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Resolución 541 de 1994.

PLATA RODRÍGUEZ, Eduardo. Diccionario Ecológico Ilustrado. Editorial El Búho. 1991, Segunda edición.

_____. Resolución 2397 de 2011. Por la cual se regula técnicamente el tratamiento y/o aprovechamiento de escombros en el Distrito Capital". Bogotá D.C, 2011.