



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**EL COMPONENTE SUELO DENTRO DE LOS  
ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS**

**DORALBA ADIELA ALVAREZ CASTRILLÓN**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias, Escuela de Geociencias  
Medellín, Colombia

# EL COMPONENTE SUELO DENTRO DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

DORALBA ADIELA ALVAREZ CASTRILLÓN

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título  
de: **Magister en Geomorfología y Suelo**

Director:  
Ph.D., Químico Raul D. Zapata Hernández

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias, Escuela de Geociencias  
Medellín, Colombia  
2013

## Resumen

En el desarrollo e implementación de obras nuevas de infraestructura vial es fundamental incluir el recurso suelo como un componente relevante en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) debido a la importancia que tiene caracterizarlo acertadamente y conocer su capacidad de uso y manejo. Para cumplir con lo anterior es necesario que exista una normatividad ambiental que considere el suelo como un componente determinante en planes de manejo ambiental coherentes. Con el objetivo de hacer un análisis crítico sobre la elaboración y presentación del recurso suelo en los EIA para la construcción de carreteras, se hizo una revisión bibliográfica acerca de cómo evolucionaron dichos estudios tanto a nivel internacional como nacional, acerca del concepto de suelo y los factores formadores de este, la normatividad ambiental existente de este recurso edáfico a nivel nacional, la presentación y elaboración del recurso suelo en un EIA a nivel normativo, técnico, y de consultoría de las empresas. Los resultados de esta revisión ponen de manifiesto la debilidad en la normatividad al momento de presentar un EIA, dado que no se define el recurso edáfico desde la ciencia del suelo excluyéndolo de forma específica de una Ley o Decreto. Se desconoce además que para la elaboración y presentación de los Estudios de Impacto Ambiental para la construcción de carreteras se deben incluir las características físicas, químicas y biológicas que posee un determinado tipo de suelo, con el fin de ser tenidos en cuenta para el diseño y construcción de una nueva carretera así como también para las medidas ambientales a implementar.

Palabras clave: Suelo, Estudios de Impacto Ambiental, Normatividad

## Abstract

In the development and implementation of new road infrastructure it is essential to include the soil resource as an important component in the Environmental Impact Assessment (EIA) due the importance of its proper characterization and understanding of its usability and management.

To accomplish this, it is necessary an environmental regulation that considers the soil as an important component of environmental management plans in this type of project. A literature review was made including the following topics: how these studies evolved internationally and nationally, the concept of soil and its forming factors and the national environmental standards about this resource, the factors about soil resources required in preparation and presentation of the EIA, considering regulatory and technical aspects, as well as the others undertaken by consulting companies.

The results of this review highlight the weakness of regulations when submitting an EIA, because soil resource is not defined from soil science, excluding it of a law and normativity. It is also known that it is necessary, for preparation and submission of Environmental Impact Studies for road construction, to include the physical, chemical and biological behavior that has a certain type of soil, because this information is taken for design and construction of a new road, as well as for the development of environmental measures in conservation and management of soils resources.

Keywords: Soil, Environmental Impact Study, regulations

# Contenido

	Pág.
	<b>Resumen III</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Marco de referencia.....</b>	<b>5</b>
1.1 Evolución del estudio de impacto ambiental a nivel mundial	5
1.2 Evolución del estudio de impacto ambiental a nivel nacional.....	7
<b>2. EL SUELO</b>	<b>12</b>
2.1 Factores formadores del suelo.....	14
2.1.1 Clima.....	14
2.1.2 Microorganismos.....	15
2.1.3 Relieve.....	16
2.1.4 Material parental.....	17
2.1.5 Tiempo.....	17
<b>3. NORMATIVIDAD NACIONAL AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO .....</b>	<b>19</b>
<b>4. ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DEL RECURSO SUELO EN UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CARRETERA según LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL NACIONAL.....</b>	<b>29</b>
<b>5. ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DEL RECURSO SUELO EN UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CARRETERA según LOS LINEAMIENTOS TÉCNICOS</b>	<b>33</b>
5.1 Reconocimiento de campo.....	33
5.1.1 Caracterización.....	34
5.1.2 Detalladas.....	34
5.1.3 Comprobación.....	34
5.1.4 Fase.....	35
5.2 Taxonomía de suelos.....	35
5.3 Identificación de las geoformas.....	36
5.4 Cartografía de suelos.....	36
5.4.1 Consociación.....	36
5.4.2 Asociación.....	36
5.4.3 Complejo.....	36
5.5 Clasificación por capacidad de uso.....	37
5.6 Análisis de las muestras de laboratorio.....	38
5.7 Producción cartográfica temática digital.....	38

<b>6. ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN ACTUAL DEL COMPONENTE SUELO EN LOS EIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS POR PARTE DE LAS EMPRESAS CONSULTORAS.....</b>	<b>40</b>
<b>7. ANALISIS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>44</b>
<b>8. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>48</b>
8.1 Conclusiones .....	48
8.2 Recomendaciones .....	49

**Bibliografía 50**

# Introducción

Según el Decreto 2820 de 2010, la licencia ambiental es un instrumento administrativo mediante el cual la Autoridad Ambiental competente, sea el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) o la Corporación Ambiental Regional, autorizan la ejecución de una obra, proyecto o actividad durante las diferentes etapas de construcción, operación y desmantelamiento.

El proyecto, obra o actividad a que se refiere este documento es la construcción de una carretera, la cual consiste, según el INVIAS (2011), en el desarrollo e implementación de obras nuevas de infraestructura vial que incluyen puentes y túneles. Dicho Decreto, del entonces Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (hoy MADS), determina que los proyectos de construcción de carreteras requieren de licencia ambiental.

El MADS ha definido términos de referencia para el sector de infraestructura, de proyectos de construcción de carreteras, que de acuerdo al Decreto 2820 de 2010 son: "...lineamientos generales que la autoridad ambiental señala para la elaboración y ejecución de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) que deben ser presentados ante la autoridad ambiental competente...". Igualmente ha elaborado una metodología general de presentación de tales Estudios Ambientales.

En concordancia con lo anterior, aquel que solicite una licencia ambiental para la construcción de una vía debe presentar un Estudio de Impacto Ambiental. Este estudio debe contener información de la localización del proyecto y los elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos del medio que puedan sufrir deterioro por tal construcción, como requisito para obtener la licencia. Igualmente, se debe incluir la evaluación de los impactos que puedan generarse y su manejo ambiental.

Dentro de los elementos abióticos se encuentra el suelo, definido desde el punto de vista edafológico como "un cuerpo natural que comprende sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de la tierra, que ocupa un espacio y que se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas enraizadas en un ambiente natural" (USDA, 2006).

El presente trabajo propone en un primer capítulo una síntesis acerca de cómo ha evolucionado hasta nuestros días el Estudio de Impacto Ambiental sobre el componente suelo a nivel internacional y nacional. El segundo capítulo versa sobre el concepto, origen y formación del suelo. El capítulo tercero explora los aspectos normativos en la materia. Los capítulos cuarto y quinto presentan los elementos desde lo normativo hasta lo técnico a tener en cuenta con respecto al componente suelo en un Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de carreteras. El capítulo sexto trata de manera sucinta la forma como actualmente las empresas de consultoría ambiental vienen incluyendo el suelo en un EIA para la construcción de una carretera. Y por último se presenta, en el séptimo capítulo, un análisis y discusión a partir de la bibliografía consultada, de las experiencias como profesional y como estudiante de la Facultad sobre la forma como es incluido el recurso suelo en la elaboración y presentación de los EIA para la construcción de carreteras en coherencia o de conformidad con la Resolución 1289 de 2006 y con la metodología general de presentación de Estudios Ambientales Resolución 1503 de 2010.

#### **PROBLEMA**

Uno de los requisitos para la construcción de una carretera es la obtención de una Licencia Ambiental ante la autoridad ambiental competente (MADS o una corporación regional ambiental). Para esto se requiere un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que debe seguir unos términos de referencia para su elaboración, ejecución y presentación. Desafortunadamente, en este tipo de estudios el componente SUELO no se ha considerado cuidadosamente desde la Ciencia del Suelo y, habitualmente, no hay rigurosidad científica ni técnica en su caracterización. Esta falta de cuidado del componente suelo hace que el EIA quede incompleto, que los Planes de Manejo Ambiental (PMA) sean inadecuados y que en las mismas obras de construcción se puedan generar fallas.

#### **JUSTIFICACIÓN**

El suelo se ve afectado por cambios generados por la misma naturaleza o también por intervenciones antrópicas. Estos cambios se pueden observar en el perfil del suelo como el producto de las interacciones de fenómenos climáticos, geológicos y geomorfológicos, entre otros, y de las diferentes actividades de construcción.

Detectar estos cambios a través de una buena caracterización físico-química y biológica del suelo implica conocer mejor el suelo y su capacidad de uso y manejo, esto permitirá hacer Planes de Manejo Ambiental coherentes y en armonía con el ecosistema, dado que el suelo se puede analizar como un espacio donde interactúan componentes bióticos y abióticos de un ecosistema. Para llevar a cabo lo anterior es necesario que exista una normatividad ambiental que considere el suelo. Según Tosse (2003)



"... La legislación sobre contaminación del suelo no se encuentra de forma específica en una Ley o Decreto de orden nacional, se tienen normas de ámbito regional o local (Resoluciones por parte de las Corporaciones Autónomas Regionales), esto se debe principalmente a que el recurso suelo necesariamente hace parte fundamental de los ecosistema terrestres, por lo tanto no se hace referencia exclusiva a la contaminación del suelo como tal, sino que generaliza a la protección de los recursos naturales...". Lo anterior evidencia que no existe tal normatividad.

Al hacer un EIA se deben establecer metodologías simples, prácticas y con soporte científico que permitan caracterizar el suelo acertadamente. De esta forma se podrá medir correctamente el impacto ambiental que la construcción de una carretera tenga sobre el componente suelo y así establecer los PMA adecuados en armonía con el entorno ambiental.

### **METODOLOGÍA**

Con el objetivo de presentar un análisis crítico sobre la elaboración y presentación del recurso suelo en los EIA para la construcción de carreteras, en coherencia o de conformidad con la Resolución 1289 de 2006 y con la metodología general de presentación de Estudios Ambientales, Resolución 1503 de 2010, se partió de la revisión de las siguientes fuentes bibliográficas: Oyarzún (2008), León (2010), Embid (2012), Macías (2012) y Perea (2012); Ley 23 de 1973, Decreto 2811 de 1974, Decreto 1415 de 1978, Decreto 1541 de 1978, Decreto 1608 de 1978, la Constitución Nacional de 1991, Ley 99 de 1993, Decreto 1753 de 1994, Decreto 2150 de 1995, Decreto 1728 de 2002, Decreto 2820 de 2010 y fuentes de internet tales como: (Farn, S.F), (CEPAL/PNUMA/ORPALC , 2002) con el fin de conocer y analizar la evolución hasta nuestros días de los Estudios de Impacto Ambiental tanto a nivel internacional como nacional.

Seguidamente, con el fin de conocer qué es el suelo, su origen y formación se consultó la normatividad ambiental existente del recurso suelo tanto a nivel de convenios internacionales que Colombia ha adoptado mediante las normas: Ley 461 de 1998, Ley 164 de 1994, y Ley 357 de 1997; como nacionales: la Ley 2 de 1959, Ley 23 de 1973, Ley 9 de 1979, Constitución Nacional de Colombia de 1991, Ley 99 de 1993, Ley 388 1997, Ley 685 de 2001, decreto 1713 de 2002, Ley 142 de 1994, Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001 en relación con la prestación del servicio público de aseo, el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos, el Decreto 838 de 2005 y el Decreto 2372 de 2010.

Posteriormente, se revisó la normatividad existente en cuanto a la elaboración y presentación del componente edáfico en un Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de una carretera nacional, la Resolución 1289 de 2006 y Resolución 1289 de 2006. Se revisaron

además los lineamientos técnicos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, para luego conocer cómo actualmente algunas empresas de consultoría incluyen el componente suelo en los Estudios de Impacto Ambiental que presentan ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial y las Corporaciones ambientales.

Finalmente se propone el análisis y discusión de la información revisada, con el fin de concluir y recomendar sobre el estado e inclusión del componente suelo en la normatividad ambiental en el ámbito nacional y con énfasis en su inclusión en los Estudios de Impacto Ambiental en la construcción de carreteras

# 1. MARCO DE REFERENCIA

Los recursos naturales son usados y aprovechados para la supervivencia del hombre y el desarrollo económico, en algunas ocasiones de una manera irracional. Lo que ha generado, a partir de los años 70, la necesidad en muchos países de crear herramientas y mecanismos donde, previamente a la ejecución de actividades o proyectos, se identifiquen y analicen las posibles alteraciones que se produzcan a los ecosistemas naturales y se propongan medidas tendientes a evitar, mitigar, corregir y compensar las acciones negativas que se deriven de su desarrollo.

Es por eso que a través de la historia y a nivel mundial se ha tenido la necesidad de contar con lineamientos normativos y técnicos para la elaboración y presentación del recurso suelo en el Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de carreteras.

## 1.1 Evolución del estudio de impacto ambiental a nivel mundial

Según Oyarzún (2008) en 1970 Estados Unidos introdujo el concepto de Estudio de Impacto Ambiental mediante la promulgación de la Ley Nacional de Política Ambiental (NEPA). En la sección 102 se exige que en los EIA se deben considerar todas las intervenciones que pudieran afectar el ambiente y establecer métodos y procedimientos adecuados que midan tal impacto.

A partir de 1970, varios países entre ellos Nueva Zelanda, Australia y Canadá adoptaron legislaciones ambientales equivalentes a la Ley NEPA. En otros países como Suecia se implementó la Ley de Protección Ambiental en 1969, y en Francia la Ley de Protección de la Naturaleza en 1976 (Farn, S.F).

Posteriormente, en el año 1972 la gran crisis ambiental del mundo motivó a la Organización de las Naciones Unidas (ONU) a convocar la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente celebrada en Estocolmo-Suecia (Perea, 2012). Allí se adoptó una declaración de principios que reconocieron internacionalmente los derechos ambientales de la sociedad y se hicieron recomendaciones a los países asistentes para afrontar la crisis ambiental.

Según León (2010) en 1985 la Comunidad Europea aprobó la Directiva 85/337/Comunidad Económica Europea CEE, modificada 12 años después por la Directiva 97/11/Comunidad Europea. En ésta se consolidaron las distintas legislaciones de los países miembros y al mismo tiempo se obligó a aquellos países que no tuvieran normativa en la materia a adoptarla. Igualmente, los países de la comunidad acogieron dicha Directiva e incluyeron dentro de su ordenamiento jurídico interno legislaciones sobre EIA.

De acuerdo a Embid (2012) esta última Directiva fue modificada por las Directivas 2003/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 26 de mayo de 2003 y 2009/31/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 23 de abril de 2009. Todas estas Directivas fueron recopiladas en la Directiva 2011/92/Unión Europea UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

En América Latina la implementación de EIA respondió inicialmente a satisfacer los requisitos exigidos para el otorgamiento de créditos por entidades financieras como el Banco Mundial. De ahí que muchos países latinoamericanos adoptaron la realización del EIA (Farn, S.F).

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, conocida como "Cumbre de la Tierra" y celebrada en Río de Janeiro, Brasil (Junio 3-14, 1992) con 178 países, se crearon las bases para una nueva visión mundial del desarrollo sostenible y de las convenciones globales sobre temas emergentes, tales como la diversidad biológica y el cambio climático (CEPAL/PNUMA/ORPALC, 2002). En el principio 17, se estableció que es un deber de las naciones emprender EIA para prever y manejar los daños ambientales que cualquier actividad, presumiblemente, tenga sobre el entorno (León, 2010).

Resumiendo, como se puede apreciar a nivel internacional los EIA tuvieron su origen en Estados Unidos y luego se implementaron en algunos países como Francia. Posteriormente ese concepto tomó forma en la Conferencia de las Naciones Unidas en 1972 llamada "Conferencia de Estocolmo". Saltando a la década siguiente al ordenamiento jurídico de las Comunidades Europeas mediante la Directiva 85/337/CE y de manera definitiva en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1992, comúnmente conocida como "La Cumbre de la Tierra". Donde Colombia a partir de ésta última conferencia ratificó su interés en materia ambiental expidiendo la Ley 99 de 1993.

## 1.2 Evolución del estudio de impacto ambiental a nivel nacional

En Colombia a partir del Código de Recursos Naturales Renovables, Decreto 2811 de 1974, se incluyó EIA sin tener un claro conocimiento de éste. Tal como lo dice Macías (2012), desde este código ya existía en la legislación colombiana la Evaluación del Impacto Ambiental, sin que haya sido considerado como tal. Dado que era tomado el Estudio como un requisito más para una actuación administrativa.

Los artículos 27 y 28 de este Decreto buscaban regular la Evaluación del Impacto Ambiental mediante la Declaración de Efecto Ambiental (DEA) y el cumplimiento a la entrega de un Estudio Ecológico y Ambiental (EEA) ante la existencia de una obra o actividad; sin embargo, resultaba difícil aplicar la norma por la inexistencia de una reglamentación clara que señalara las obras susceptibles de producir impacto y que obligara a declararlo ante la autoridad ambiental.

Fue así, como mediante el Decreto 1415 de 1978 se creó una comisión conjunta para asuntos ambientales que era integrada por el Ministerio de Salud y el entonces Inderena, con el fin de definir qué actividades eran susceptibles de producir efectos deteriorantes tanto de la salud humana como para los recursos naturales. Consecuentemente, mediante el Decreto 1541 de 1978 se estableció la DEA y en cuáles casos se presentaba un EEA.

Es de aclarar, que estos Decretos, como el Decreto 1608 de 1978 sobre fauna silvestre, eran un simple requisito para las solicitudes de algunos permisos, pero no un mecanismo de Evaluación de Impacto Ambiental o de Estudio de Impacto Ambiental (Macías, 2012).

En la década de los 90, la Constitución Nacional de 1991 contempló más de 80 artículos a la protección del medio ambiente y los recursos naturales, por lo que recibió el nombre de constitución ecológica. En especial los artículos 79 y 80, (descritas más adelante), que son el eje fundamental de la obligatoriedad de proteger el medio ambiente y el soporte de las normas ambientales que se expidan sobre estos temas.

En desarrollo de los artículos de la Constitución Nacional, el Congreso de Colombia expidió la Ley 99 de 1993 mediante la cual, se crea el Sistema Nacional Ambiental (SINA). El SINA está regido por los principios universales, especialmente el principio 17 de desarrollo sostenible, contenidos en la Declaración de Río de Janeiro (1992) "La Cumbre de la Tierra". Allí se incluye el concepto de licencia ambiental como mecanismo para lograr el desarrollo sostenible.

Según el Artículo 50 de la Ley 99 de 1993, la Licencia Ambiental se define como la autorización para la ejecución de una obra o actividad, la cual es otorgada por la autoridad ambiental competente con el fin de prevenir, mitigar, corregir, compensar y manejar los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada. Es importante tener en cuenta, que la licencia ambiental es la materialización de la Evaluación de Impacto Ambiental documentado en el comúnmente conocido Estudio de Impacto Ambiental. Siendo éste el verdadero instrumento para la toma de decisiones de las autoridades ambientales (Macías, 2012).

En consecuencia de lo anterior, surgió el Decreto 1753 de 1994 reglamentando el procedimiento para el otorgamiento de las licencias ambientales y se definieron las actividades sometidas a licencia ambiental de competencia de cada una de las autoridades competentes.

Posteriormente, se expidió el Decreto 2150 de 1995. "Por el cual se suprimen y reforman regulaciones, procedimientos o trámites innecesarios existentes en la administración pública" (Mejía, 2012), estableciendo que las licencias ambientales llevarían implícitos los permisos, concesiones y autorizaciones para el uso y el aprovechamiento de recursos naturales renovables. Este Decreto 2150 de 1995 fue declarado inexecutable por la Sentencia C-433-96 del 12 de septiembre de 1996. (Mejía, 2012).

En el año 1996 se expidió el Decreto 2183, "Por el cual se modifica parcialmente el Decreto Reglamentario 1753 de 1994 sobre licencias ambientales". "Norma referente al diseño y establecimiento de complejos y proyectos turísticos, recreacionales y deportivos, con excepción de los parques públicos para recreación pasiva y los jardines botánicos" (Mejía, 2012).

En 1997 se expidió el Decreto 883, "Por el cual se regulan de manera general algunas actividades y se define un instrumento administrativo para la prevención o el control de los factores de deterioro ambiental". Esta norma incluyó como nuevo requisito un Documento Especial de Manejo Ambiental para el inicio de actividades. Además esta norma listaba proyectos que se encontraban excluidos de licencia ambiental. (Mejía, 2012). En Sentencia del 20 de agosto de 1998 se declaró la nulidad de este Decreto 883 de 1997 (Mejía, 2012).

Mediante el Decreto 1122 de 1999 se dictaron normas para suprimir trámites, facilitar la actividad de los ciudadanos, contribuir a la eficiencia y eficacia de la Administración Pública y fortalecer al principio de la buena fe. Este decreto fue declarado inexecutable por la Corte Constitucional mediante Sentencia C-923-99 del 18 de noviembre de 1999.

Posteriormente, en Decreto 1892 de 1999, se expidieron normas relacionadas con la determinación de proyectos u obras que requerían de licencia ambiental. Cuando en el municipio no existía un Plan de Ordenamiento Territorial aprobado por la autoridad ambiental competente (Mejía, 2012).

En el año 2000, se expidió el Decreto 266, en el cual se dictaron normas para suprimir y reformar las regulaciones, trámites y procedimientos, enumerándose las diferentes actividades que requerían de licencia ambiental. Este Decreto también fue declarado inexecutable por la Corte Constitucional mediante Sentencia C-1316 del 26 de septiembre de 2000.

En el año 2002 se reevaluaron, mediante el Decreto 1728 de este mismo año, las actividades sometidas a licencia ambiental. Es decir, varias actividades de diferentes sectores, principalmente de hidrocarburos y mineros, quedaron exentas de la solicitud de la licencia ambiental (Mejía, 2012).

Luego se expidió el Decreto 1180 de 2003, "Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales". En este Decreto se definen las nuevas autoridades ambientales y los distritos turísticos, con las mismas competencias de las autoridades ambientales.

En el año 2005 aparece un nuevo Decreto, el 1220 de licencias ambientales, modificado en el año 2006 mediante el Decreto 500. Finalmente en el año 2010, (actualmente vigente), se expidió el Decreto 2820 que incluyó algunas actividades que requerían licencia ambiental bajo el Decreto 1753 de 1994 (Macías, 2012).

En conclusión, haciendo un breve resumen de lo que ha sido en Colombia la evolución de la Evaluación de Impacto Ambiental o de Estudio de Impacto Ambiental, se puede decir que estos conceptos tienen sus primeros acercamientos con el Decreto 2811 de 1974. En este se señala la necesidad de obtener estudios como la DEA y EEA con el fin de obtener la licencia sin llegar a calificarla como ambiental. Siendo la Ley 99 de 1993 la que incluye cómo presentar y elaborar el Estudio de Impacto Ambiental y por primera vez define la licencia ambiental y su regulación en la legislación colombiana.

También se puede observar cómo se ha dado la necesidad de expedir más de diez normas en diecisiete años a partir de la Ley 99 de 1993, con el fin de dar claridad jurídica de lo que es un EIA como medio para la obtención de la licencia ambiental para un proyecto productivo o constructivo.

Es entonces como, a partir del Decreto 2820 de 2010, se aclara que el interesado en obtener una licencia ambiental debe entregar el Estudio de Impacto Ambiental. El Artículo 21 de este Decreto define su forma de presentación, elaboración y contenido, así:

“Es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que de acuerdo con la ley y el presente reglamento se requiera. Este estudio deberá ser elaborado de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (...) y los términos de referencia expedidos para el efecto, el cual deberá incluir como mínimo lo siguiente:

- Información del proyecto. Relacionada con la localización, infraestructura, actividades del proyecto y demás información que se considere pertinente.
- Caracterización del área de influencia del proyecto. Para los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
- Demanda de recursos naturales por parte del proyecto. Se presenta la información requerida para la solicitud de permisos relacionados con la captación de aguas superficiales, vertimientos, ocupación de cauces, aprovechamiento de materiales de construcción, aprovechamiento forestal, levantamiento de veda, emisiones atmosféricas, gestión de residuos sólidos, exploración y explotación de aguas subterráneas.
- Información. Relacionada con la evaluación de impactos ambientales y análisis de riesgos.
- Zonificación de manejo ambiental. Definida para el proyecto, obra o actividad para la cual se identifican las áreas de exclusión, las áreas de intervención con restricciones y las áreas de intervención.
- Evaluación económica. De los impactos positivos y negativos del proyecto.
- Plan de manejo ambiental del proyecto. Expresado en términos de programa de manejo, cada uno de ellos diferenciado en proyectos y sus costos de implementación.
- Programa de seguimiento y monitoreo. Para cada uno de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
- Plan de contingencias para la construcción y operación del proyecto. Que incluya la actuación para derrames, incendios,



---

fugas, emisiones y/o vertimientos por fuera de los límites permitidos.

- Plan de desmantelamiento y abandono. En el que se define el uso final del suelo, las principales medidas de manejo, restauración y reconfiguración morfológica.
- Plan de inversión del 1%. En el cual se incluyen los elementos y costos considerados para estimar la inversión y la propuesta de proyectos de inversión, cuando la normatividad así lo requiera...”

Es de tener en cuenta que las palabras biótica y abiótica mencionadas anteriormente, definen la presencia y no de vida en un ecosistema. Sin embargo estas se encuentran relacionadas para poder subsistir, es decir, un microorganismo vivo requiere de agua, aire y suelo entre otras cosas para llevar a cabo sus funciones fisiológicas y de supervivencia en un hábitat determinado.

Es así como el suelo como factor abiótico, se convierte en uno de los elementos más importantes por ser el hábitat y soporte de millones de micro y macro organismos, desarrollo de vegetación, soporte de construcciones y proveedor de materia prima para el desarrollo económico de un país o nación. De ahí que el suelo haya cobrado importancia por la sociedad y haya sido incluido en la normatividad.

## 2. EL SUELO

La Ciencia de la Tierra que estudia los factores y procesos que actúan en la formación del suelo es la Pedología integrada por la Génesis, la Taxonomía y la Cartografía de Suelos.

Es de tener en cuenta que este término de Pedología es utilizado por varios autores o países indistintamente, por ejemplo: Ibáñez y De Alba (2000) definen al suelo como un recurso natural más o menos renovable en función de la escala temporal. Suponen que la Pedología contempla subdisciplinas de la Ciencia del Suelo que tratan sobre su morfología, génesis y clasificación, como aquellas que lo abordan desde la explotación y aplicación de sus resultados (p. ej. evaluación y rehabilitación de tierras).

Otros autores como Buol et al. (1989) definen a la Pedología como aquella disciplina de la Ciencia del Suelo que se relaciona con los factores y procesos formadores, incluyendo la descripción e interpretación del perfil del suelo. Para Zapata (2006) la Pedología es sinónimo de Ciencia del Suelo. Así mismo en países como Europa, específicamente en España se mantiene esta analogía.

Es así como el suelo es la esencia de conocimiento de la Pedología; y es igualmente el campo de intervención de otras ciencias que, desde diferentes perspectivas, interaccionan con él para explicar sus fenómenos, para predecirlos, o para transformarlos en función de las necesidades sociales o naturales demandadas por el contexto donde se desempeñan (Zapata, 2006).

Es así como, basados en el suelo como objeto de conocimiento se desarrolla la Pedología. Cabe resaltar que es desde él como campo de intervención, que se demandan prácticas sociales fundamentadas en el desarrollo científico, que se expresan en las profesiones que tienen el suelo como eje articulador, pero que a su vez es intervenido desde perspectivas diferentes. Es de esta manera y fundamentados en la Ciencia del Suelo, es que se forman profesionales para intervenirlo y conservarlo como es el caso de los geólogos, geógrafos, agrónomos, forestales, zootecnistas y ambientales entre otros.

Ahora bien, es necesario definir qué es el suelo. Para Dokuchaiev (Jenny, 1941), primer científico ruso en definir el suelo como:

"un cuerpo natural que tiene una génesis definida y una naturaleza distinta que le pertenece y ocupa un lugar independiente en la serie de formaciones de la corteza terrestre. En la formación de suelo se consideran tanto los aspectos biológicos, como los geológicos. Si no está la vida en su formación, éste será considerado roca y no suelo". Posteriormente, amplió esta definición de la forma siguiente: "Está completamente demostrado que los suelos normales son el resultado de la interacción muy compleja de los siguientes factores formadores del suelo: saprolito, clima, vegetación y organismos de animales, la edad del territorio y del contorno de la localidad. En el lugar donde estas variables sean las mismas, los suelos serán idénticos; donde sean diferentes, los resultados de su actividad no pueden ser los mismos".

Para Ibáñez et al (2000) básicamente la definición de suelos está basada en modelos que definen diversos aspectos como cuerpo natural (el suelo como cuerpo natural está condicionado por el clima, organismos, relieve, y litología entre otros); substrato para el desarrollo vegetal (analiza, mejora y predice el desarrollo vegetal, con el fin de definir la aptitud y manejo de los suelos a partir de diversos usos); entidad geológica (el suelo es originado a partir de la alteración de los materiales litológicos de la superficie terrestre como consecuencia del clima y organismos a través del tiempo; manto estructural (modelo que interpreta los datos de los levantamientos de suelos); manto transmisor de agua (considera el suelo como elemento del ciclo hidrológico); componente del ecosistema (el suelo es tomado como un subsistema de los ecosistemas terrestres); modelo holístico de la pedósfera (toma el suelo como un sistema donde el suelo es función del clima, la litología, los organismos, el relieve y el tiempo (Jenny, 1941)); y componente auto-organizado de los sistemas superficiales terrestres (abarca todas aquellas estructuras naturales que componen e interactúan en la superficie terrestre).

Teniendo en cuenta que el suelo está compuesto por factores formadores Jenny (1941), lo presenta como el número mínimo de variables independientes que describen el estado del sistema en la forma siguiente:  $S = f(\text{clima, organismos, relieve, material parental, tiempo})$ .

## **2.1 Factores formadores del suelo**

Según Jaramillo (2002), la formación del suelo es controlada por unos factores conocidos en la literatura como factores de formación del suelo, quienes controlan directamente las características y propiedades que dan origen a los diferentes tipos de suelos. Estos factores de formación del suelo son el clima, material parental, los organismos, el relieve y el tiempo.

### **2.1.1 Clima**

Las variables climáticas importantes son la humedad y la temperatura en la evolución del suelo. La humedad del suelo depende de la forma e intensidad de la precipitación, la estacionalidad, la tasa de evapotranspiración, el relieve, la profundidad del perfil del suelo, la textura del suelo y la permeabilidad del material parental. La precipitación es medida en estaciones climatológicas.

Según Beven et al (1984), las principales características topográficas que influyen en la humedad del suelo son la pendiente y el aspecto o configuración del terreno. Así mismo, la profundidad del perfil del suelo influye en su contenido de humedad dado que a perfiles menos espesos la cantidad de agua es menor y a perfiles más espesos o profundos la cantidad de agua es mayor.

En cuanto a la textura, los suelos arenosos tienden a presentar menor contenido de humedad que los suelos limosos y estos menos que los suelos arcillosos. Estos últimos retienen un alto contenido de humedad.

La temperatura tiene su efecto en la tasa de meteorización química, los procesos biológicos de organismos y la descomposición de la materia orgánica. Es por esto que la meteorización se incrementa con el aumento de la temperatura, ejemplo de esto son los suelos en el trópico donde por la temperatura, además de la precipitación, los perfiles de meteorización son más profundos.

De acuerdo con Zapata (2006), los primeros pedólogos tomaron al factor clima como el factor dominante en la formación de los suelos y acuñaron el concepto de suelos zonales. Los suelos zonales son formados por la acción del factor clima durante un gran periodo de tiempo en tal grado que no permite la expresión de los demás factores. Los suelos intrazonales son aquellos en los cuales condiciones especiales del relieve, del material parental o la vegetación son lo suficientemente fuertes para modificar la acción del clima. Suelos azonales o inmaduros tienen poco diferenciado el perfil por el poco tiempo de pedogénesis o por el

tipo de material parental o por alguna condición ambiental que retrasa el desarrollo del suelo.

El término de suelos zonales fue usado en la primera clasificación de suelos de los Estados Unidos (Baldwin et al, 1938), no siendo útil para clasificar los suelos tropicales, dado que son suelos donde las superficies de la tierra son muy viejas o han tenido ciclos de erosión y depositación asociados a cambios climáticos, y a la acción de los demás factores formadores (Zapata, 2006).

En los Estado Unidos, Hilgard citado por Boul et al (1981) enfatizó la relación entre clima y suelos y Coffey (1912) produjo el primer sistema de clasificación basado en el concepto de los factores formadores desarrollado por Dokuchaev; de esta forma se logró comprender que el clima no es sólo el factor preponderante en la formación del suelo y que así como interviene éste actúan otros factores.

## 2.1.2 Microorganismos

Los organismos vivos se encuentran muy interrelacionados con el suelo constituyendo un ecosistema, el cual está compuesto por la vegetación, la fauna, los microorganismos y el hombre, encontrándose que la vegetación tiene la mayor influencia sobre el desarrollo del suelo.

Los microorganismos del suelo están conformados por la fauna y la flora que viven en él; los cuales habitan en su mayoría en las capas superficiales de residuos vegetales frescos donde las condiciones de humedad, temperatura, ventilación y luminosidad, así como el espacio disponible satisfacen sus necesidades. A excepción de los anélidos, casi todos los animales de la meso y macrofauna del suelo, viven en la capa superficial del mismo. En este lugar se acumulan los residuos orgánicos frescos que llegan al suelo y que le suministran condiciones adecuadas de humedad, temperatura y ventilación.

Los organismos que integran la meso y macrobiota del suelo desempeñan un papel fundamental en la fragmentación, transformación y translocación de materiales orgánicos en él. Además, aportan considerables cantidades de biomasa al suelo.

De la fauna, las lombrices son las más importantes en la formación del suelo. También lo son las hormigas, las termitas entre otros. Esto se debe a que la meso y macro fauna fraccionan los restos orgánicos, para que los microorganismos puedan acceder a estos y se acelere el proceso de descomposición (Zapata, 2006).

Por otra parte, los microorganismos del suelo intervienen en varios procesos y reacciones de formación del suelo. Entre ellos

se encuentran el aporte de materia orgánica al suelo a través de la biomasa microbiana; forman y estabilizan la estructura del suelo mediante los exudados de los hongos y metabolitos microbiológicos los cuales son cementantes muy eficientes; intervienen en los procesos de transformación de la materia orgánica del suelo; pueden producir transformaciones en el suelo que causan pérdidas de elementos o de compuestos en el mismo, por ejemplo, el proceso de desnitrificación que produce transformaciones de nitratos o nitritos a nitrógeno molecular (N<sub>2</sub>) o a óxido de nitrógeno, los cuales se pierden por volatilización; este proceso lo hacen bacterias de los géneros *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Thiobacillus*, entre otras (Munévar, 1991). Es de tener en cuenta, que dependiendo de las propiedades del suelo y su manejo habrá diferente cantidad y tipo de fauna.

Finalmente, se puede decir que el hombre impacta la génesis del suelo a través de la ejecución de diferentes actividades, tales como las agrícolas, el desarrollo de industrias, centros urbanos y construcción de carreteras entre otras, generando erosión por la alteración de las propiedades físicas del suelo por el uso que hace por ejemplo de maquinaria pesada. Igualmente en sus actividades constructivas como lo es la construcción de carreteras, modifica el paisaje y el tipo de suelo por los grandes movimientos de materiales del suelo que se realizan.

### **2.1.3 Relieve**

Se considera como el conjunto de formas o geoformas que se presentan en la superficie de la tierra. La ciencia que se dedica a su estudio es la Geomorfología. Las geoformas del paisaje son fácilmente reconocibles, entre ellas se tiene las montañas, valles, colinas, etc. y haciendo parte de ellas están los suelos.

De acuerdo a estudios del IGAC (2007), la génesis, la evolución y las características de un suelo dependen en gran medida del modelado de los paisajes terrestres que se interpretan dentro de un marco geomorfológico; este nivel de referencia se amplía al establecer las relaciones suelo - geoforma. Tomemos por ejemplo una vertiente, la cual según Jaramillo (2002), es aquella porción de territorio limitada por una divisoria de aguas en su parte superior y por un canal aluvial o por una llanura aluvial en su parte inferior en la cual se pueden diferenciar varios sectores sometidos a procesos diferentes en el proceso de formación del suelo, es decir, en las partes bajas de ella se presentan procesos de acumulación de materiales (partículas sólidas, iones, compuestos químicos, agua), en las partes intermedias y altas predominan los procesos de denudación y pérdidas.

Tanto el gradiente como la longitud de la vertiente influyen sobre las pérdidas de suelo por efecto de la escorrentía y la forma de

la vertiente influye en la evacuación de los excesos de agua que recibe el suelo, es decir, las áreas que poseen superficies cóncavas les es difícil remover aquellos excesos de agua por escurrimiento superficial, debiéndose producir la eliminación de ellos a través del suelo o mediante la evaporación desde su superficie; y en las áreas planas, el escurrimiento superficial del agua es lento o no se presenta, situación que genera en el suelo encharcamientos y largos períodos de saturación con agua que le dan características de colores grises, moteos, bajo desarrollo estructural, pH aproximadamente alto (casi neutro) y contenidos altos de bases.

### **2.1.4 Material parental**

Proviene de las rocas de la corteza terrestre (ígneas, metamórficas y sedimentarias) o sedimentos no consolidados de cualquier procedencia y composición o de los depósitos orgánicos lacustres.

El suelo se origina a partir del material parental sea roca o sedimentos, generándose una relación muy estrecha entre las propiedades y cualidades del suelo desarrollado con las características del material parental. Es importante tener en cuenta que desde el punto de vista de la formación de suelos, la textura del material litológico le da características físicas y químicas importantes a los suelos formados, tales como el drenaje, capacidad de retención del agua, de aireación y nutrientes y otros elementos que pueden pasar a él a partir del material parental.

### **2.1.5 Tiempo**

Es un factor que determina el grado en el cual los demás factores alcanzan su mayor expresión y su influencia se evalúa por la forma cómo actúa sobre la evolución de los suelos en términos de juventud, madurez y senectud (IGAC, 2007).

Los suelos adquieren sus propiedades a lo largo de un periodo de tiempo, medido en cientos y miles de años (Yaalon, 1975). El tiempo actúa en la formación del suelo de dos maneras: 1) los valores de las variables que caracterizan a los factores formadores del suelo pueden cambiar con el tiempo, por ejemplo un cambio climático o un nuevo material parental, 2) la magnitud o grado de un proceso pedogénico depende del tiempo que ha operado. De esta forma, la edad del suelo se limita al tiempo durante el cual han actuado los procesos pedogénicos en él. Así, se tiene que suelos monogénicos son aquellos que se han formado bajo un conjunto de valores de un solo factor por un cierto

periodo de tiempo. Suelos que se han formado bajo más de un grupo de factores se llaman poligenéticos (Zapata, 2006).

Para definir la edad del suelo se debe tener en cuenta situaciones como: 1) la edad de las rocas que corresponde a la edad del periodo durante el cual se formaron, generalmente el Terciario o anterior a este, 2) la edad del material parental: si este es el saprolito de una roca, su edad es mucho menor que la de la roca original; si es un sedimento, su edad corresponde a la edad del depósito y generalmente es posterior al periodo Terciario; en cualesquiera de los dos casos, la edad del suelo es menor o, a lo sumo, teóricamente, igual a la del material parental, 3) la edad del relieve: la geoforma en la cual se está desarrollando el suelo, en general, tiene una mayor edad que la del suelo. Aunque según algunos autores ubican el tiempo cero de la pedogénesis en el momento en el cual se formó la superficie geomorfológica sobre la que está evolucionando ese suelo, suelo y geoforma tendrían la misma edad (Zapata, 2006).



### **3. NORMATIVIDAD NACIONAL AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO**

A continuación se relaciona la normatividad ambiental que en Colombia se tiene con respecto al recurso suelo.

A partir de la Ley 2 de 1959, se estableció y definió el límite de siete zonas de reserva forestal, con el objetivo de preservarlas por la generación de bienes y servicios ambientales, donde el recurso suelo es imprescindible para la conservación de la estructura y función de los ecosistemas presentes en cada zona (Tosse, 2003).

Posteriormente, la Ley 23 de 1973 considera la "Prevención y control de la contaminación del medio ambiente, mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, y determina como bienes contaminables: aire, agua y suelo".

En el año 1974, el Decreto 2811 reconocido como el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables -CRNR- y de Protección al Medio Ambiente, específicamente con el recurso suelo, reconoce los siguientes artículos: 8, 34, 35, 36, 69, 145, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 191, 202, 210, 310, 324, 325, y 326. (Tosse, 2003).

Estos artículos tratan sobre los factores que deterioran el ambiente, tales como: la contaminación del suelo, la degradación, la erosión y el revenimiento de suelos, las alteraciones nocivas de la topografía, la sedimentación en los cursos de agua, la acumulación o disposición inadecuada de residuos, basuras, desechos y desperdicios y su manejo.

De igual manera, esta norma precisa que el suelo se debe usar de acuerdo a sus condiciones y factores constitutivos. Se debe determinar el uso potencial de los suelos según los factores físicos, ecológicos y socioeconómicos de la región. Se debe aprovechar los suelos manteniendo su integridad física y su capacidad productora. Utilizar los suelos aplicando normas técnicas de manejo para evitar su pérdida o degradación, lograr su recuperación y asegurar su conservación. (Tosse, 2003).

Cabe resaltar que en este Decreto 2811 de 1974 se enuncia que es deber de todos los habitantes de Colombia colaborar con las autoridades en la conservación y en el manejo adecuado de los suelos. Y por tanto las personas que realicen actividades agrícolas, pecuarias, forestales o de infraestructura, que afecten o puedan afectar los suelos, están obligadas a llevar a cabo las prácticas de conservación y recuperación que se determinen de acuerdo con las características regionales.

Además, las administraciones municipales deben velar por la conservación de los suelos para prevenir y controlar, entre otros fenómenos, los de erosión, degradación, salinización o revenimiento; promover la adopción de medidas preventivas sobre el uso de la tierra, concernientes a la conservación del suelo, de las aguas edáficas y de la humedad y a la regulación de los métodos de cultivo, de manejo de la vegetación y de la fauna: coordinar los estudios, investigaciones y análisis de suelos para lograr su manejo racional. Intervenir en el uso y manejo de los suelos baldíos o en terrenos de propiedad privada cuando se presenten fenómenos de erosión, movimiento, salinización, y en general de degradación del ambiente por manejo inadecuado o por otras causas y adoptar las medidas de corrección, recuperación o conservación. Controlar el uso de sustancias que puedan ocasionar contaminación de los suelos (Decreto 2811, 1974).

Las administraciones también velarán por la adecuación y restauración los suelos que se encuentren en alguna de las siguientes circunstancias: inexplotación si, en especiales condiciones de manejo, se pueden poner en utilización económica, aplicación inadecuada que interfiera la estabilidad del ambiente, sujeción a limitaciones físico químicas o biológicas que afecten la productividad del suelo, o su explotación adecuada. Los proyectos de adecuación o restauración de suelos deberán fundamentarse en estudios técnicos de los cuales se induzca que no hay deterioro para los ecosistemas. Dichos proyectos requerirán aprobación.

Además, los terrenos con pendiente superior a la que se determine de acuerdo con las características de la región deberán mantenerse bajo cobertura vegetal. También según las características regionales, para dichos terrenos se fijarán prácticas de cultivo o de conservación.

En cuanto a las actividades mineras, constructivas y de ingeniería y similares la norma dice que precederá estudios ecológicos y adelantarán acciones según las normas sobre protección y conservación de suelos. En cuanto al sector rural, la instalación de industrias que por su naturaleza puedan provocar deterioro ambiental se hará teniendo en cuenta los factores geográficos, la investigación previa del área para evitar que las emisiones o vertimientos no controlables causen molestias o daños a los

núcleos humanos, a los suelos, a las aguas, a la fauna, al aire o a la flora del área.

En cuanto a las áreas de reserva forestal, la norma indica que por razones de utilidad pública o interés social, es necesario realizar actividades económicas que impliquen remoción de bosques o cambio en el uso de los suelos o cualquier otra actividad distinta del aprovechamiento racional de los bosques; la zona afectada deberá, una vez ser debidamente delimitada, ser previamente sustraída de la reserva. Donde también se podrán sustraer de la reserva forestal los predios cuyos propietarios demuestren que sus suelos pueden ser utilizados en explotación diferente de la forestal, siempre que no se perjudique la función protectora de la reserva (Decreto 2811, 1974).

Este Decreto 2811 de 1974 introduce el término de distrito de conservación de suelos, entendiéndose como el área que se delimite para someterla al manejo especial orientado a la recuperación de suelos alterados o degradados o la prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla.

Cabe resaltar, que la administración pública además de las acciones a implementar, mencionadas anteriormente, mediante este Decreto ejercerá las siguientes funciones: crear, administrar y reglamentar los distritos de conservación de los suelos, elaborar los planes de rehabilitación y manejo de esos distritos y velar por su correcta ejecución, coordinar la ejecución de los planes de asistencia técnica y crédito en dichos distritos; intervenir en las actividades que se realicen dentro del distrito, especialmente las de aprovechamiento de recursos naturales y la construcción de obras para evitar que contraríen los fines para los cuales se creó el distrito, tomar las demás medidas que le asignen la ley o los reglamentos, protección del Ambiente en cabeza del Estado y los Particulares Recursos Naturales No Renovables -Expropiación - Derecho de Propiedad - Servidumbres -Explotación Minera. Vale anotar, que los propietarios de terrenos ubicados en un distrito de conservación de suelos están obligados a aplicar las medidas y a ejecutar y mantener las obras previstas en los planes de rehabilitación y manejo.

En el año 1979 la Ley 9 prohíbe disponer los residuos sólidos y, en general, residuos que deterioren los suelos o causen daño o molestia a la población. A partir de la Constitución Nacional de Colombia de 1991 se presentan 17 artículos específicos, relacionados con la protección, conservación, control y mejoramiento de los recursos naturales: 49, 67, 79, 80, 81, 82, 88, 95, 277, 313, 317, 330, 331, 334; de forma específica sobre el uso del suelo se menciona en los siguientes artículos: 360, 361 y 366. (Tosse, 2003).

Estos artículos tratan sobre: el saneamiento ambiental a cargo del Estado, la educación para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente, el derecho de las personas a gozar de un ambiente sano, y la participación de la comunidad en las decisiones que puedan. El deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

También tratan estos artículos sobre la planificación del estado del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados y cooperar con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

Así mismo, prohíbe la fabricación, importación, posesión y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, así como la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y desechos tóxicos. Además regula el ingreso al país y la salida de él de los recursos genéticos y su utilización de acuerdo con el interés nacional.

Por otro lado, establecen que el Estado debe velar por la protección de la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, el cual prevalece sobre el interés particular. Donde las entidades públicas participarán en la plusvalía que genere su acción urbanística y regularán la utilización del suelo y del espacio aéreo urbano en defensa del interés común.

Estos artículos definen que la ley regulará las acciones populares para la protección de los derechos e intereses colectivos, relacionados con el patrimonio, el espacio, la seguridad y la salubridad pública, la moral administrativa, el ambiente, la libre competencia económica y otros de similar naturaleza. También regulará las acciones originadas en los daños ocasionados a un número plural de personas, sin perjuicio de las correspondientes acciones particulares y definirá los casos de responsabilidad civil objetiva por el daño inferido a los derechos e intereses colectivos.

De la misma manera, establece que toda persona está obligada a cumplir la Constitución y las leyes, y que son deberes de la persona y del ciudadano proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.

Es así como a partir de la Constitución el Procurador General de la Nación, por sí o por medio de sus delegados y agentes, tiene entre otras funciones defender los intereses colectivos, en especial el ambiente.

Por otro lado, establece la Constitución Nacional (1991) funciones y responsabilidades a los Consejos y municipios tales como: reglamentar los usos del suelo y, dentro de los límites que fije la ley, vigilar y controlar las actividades relacionadas con la construcción y enajenación de inmuebles destinados a vivienda; dictar las normas necesarias para el control, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural del municipio; solo los municipios podrán gravar la propiedad inmueble. Donde se destinará un porcentaje de estos tributos, que no podrá exceder del promedio de las sobretasas existentes, a las entidades encargadas del manejo y conservación del ambiente y de los recursos naturales renovables, de acuerdo con los planes de desarrollo de los municipios del área de su jurisdicción.

De igual manera, a los territorios indígenas le atribuye entre otras funciones: velar por la aplicación de las normas legales sobre usos del suelo y poblamiento de sus territorios y velar por la preservación de los recursos naturales.

Es importante resaltar, que mediante la Constitución Nacional, se creó la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena encargada de la recuperación de la navegación, de la actividad portuaria, la adecuación y la conservación de tierras, la generación y distribución de energía y el aprovechamiento y preservación del ambiente, los recursos ictiológicos y demás recursos naturales renovables.

Por último, para el manejo específico sobre el uso del suelo, se determinó que la dirección general de la economía estaría a cargo del Estado, Constitución Nacional, (1991). El cual intervendría, por mandato de la ley, en la explotación de los recursos naturales en el uso del suelo, en la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes, y en los servicios públicos y privados, para racionalizar la economía con el fin de conseguir el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano.

Así mismo, la ley determinaría las condiciones para la explotación de los recursos naturales no renovables así como los derechos de las entidades territoriales sobre los mismos. Donde la explotación de un recurso natural no renovable causaría a favor del Estado, una contraprestación económica a título de regalía, sin perjuicio de cualquier otro derecho o compensación que se pacte.

Es así como se crearía el Fondo Nacional de Regalías Constitución Nacional (1991), estos ingresos provenientes de las regalías se destinarán a las entidades territoriales en los términos que señale la ley. Estos fondos tendrían como fin la promoción de la minería, a la preservación del ambiente y a financiar proyectos regionales de inversión definidos como prioritarios en los planes de desarrollo de las respectivas entidades territoriales.

Posterior a la Constitución Nacional, nace la 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. En esta se definen los principios sobre los cuales la Política Ambiental Colombiana se fundamenta. Consecuentemente se desarrollan las funciones del Ministerio, y específicamente sobre el recurso suelo se cita el siguiente:

(...) Expedir y actualizar el estatuto de zonificación de uso adecuado del territorio para su apropiado ordenamiento y las regulaciones nacionales sobre uso del suelo en lo concerniente a sus aspectos ambientales y fijar las pautas generales para el ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas y demás áreas de manejo especial. (...).

De la misma manera se establecen obligaciones y responsabilidades de las Autoridades Ambientales para la protección y conservación de los recursos naturales en cuanto al recurso suelo como son: el IDEAM deberá obtener, analizar, estudiar, procesar y divulgar la información básica sobre suelos para el manejo y aprovechamiento de los recursos biofísicos de la Nación; y el Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química -INGEOMINAS- será el establecimiento público de investigación y desarrollo adscrito al Ministerio de Minas y Energía, complementará y apoyará la labor del IDEAM, en las investigaciones y estudios del medio ambiente físico que tengan por objeto conocer la Tierra, su evolución, su dinámica, sus componentes y recursos, el agua subterránea, la exploración y aprovechamiento de los recursos del subsuelo y la evaluación de los riesgos e impactos geológicos y de obras de infraestructura.

Así mismo las Corporaciones Autónomas Regionales tendrán entre otras las siguientes funciones en relación con el suelo: ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental del suelo, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Estas funciones comprenden la expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones,

autorizaciones y salvoconductos; reservar, alinear, administrar o sustraer, en los términos y condiciones que fijen la ley y los reglamentos, los distritos de manejo integrado, los distritos de conservación de suelos, las reservas forestales y parques naturales de carácter regional, y reglamentar su uso y funcionamiento. Administrar las Reservas Forestales Nacionales en el área de su jurisdicción (Ley 99, 1993).

Sin perjuicio de las atribuciones de los municipios y distritos en relación con la zonificación y el uso del suelo, de conformidad por lo establecido en el artículo 313 numeral 7o. de la Constitución Nacional, las Corporaciones Autónomas Regionales establecerán las normas generales y las densidades máximas a las que se sujetarán los propietarios de vivienda en áreas suburbanas y en cerros y montañas, de manera que se protejan el medio ambiente y los recursos naturales. No menos del 70% del área a desarrollar en dichos proyectos se destinará a la conservación de la vegetación nativa existente.

De igual manera las Corporaciones asesorarán a los municipios en el proceso de planificación ambiental y reglamentación de los usos del suelo; dirigirán el proceso de planificación regional de uso del suelo para mitigar o desactivar presiones de explotación inadecuada del territorio. Es importante tener en cuenta que esta Ley 99 de 1993 también le asigna a los municipios funciones en cuanto al recurso suelo: coordinar y dirigir, con la asesoría de las Corporaciones Autónomas Regionales las actividades permanentes de control y vigilancia ambientales que se realicen en el territorio del municipio o distrito con el apoyo de la fuerza pública, en relación con las actividades contaminantes y degradantes del suelo; y dictar dentro de los límites establecidos por la ley, los reglamentos y las disposiciones superiores, las normas de ordenamiento territorial del municipio y las regulaciones sobre usos del suelo.

Finalmente además de lo anteriormente descrito, la Ley 99 de 1993 tiene otros artículos relacionados con el recurso suelo que tratan sobre: las Tasas Retributivas y Compensatorias por la utilización directa o indirecta del suelo, para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores y sustancias nocivas que sean resultado de actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, o actividades económicas o de servicio, sean o no lucrativas, se sujetará al pago de tasas retributivas por las consecuencias nocivas de las actividades expresadas.

Exigir por la explotación minera a cielo abierto, la restauración o la sustitución morfológica y ambiental de todo el suelo intervenido con la explotación por cuenta del concesionario o beneficiario del título minero, quien la garantizará con una póliza de cumplimiento o con garantía bancaria. El Gobierno

reglamentará el procedimiento para extender la póliza de cumplimiento o la garantía bancaria.

Posteriormente, en el año 1997 mediante la Ley 388, entre los objetivos relacionados con el recurso suelo se encuentran:

Establecer mecanismos que permiten al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes.

Garantizar que la utilización del suelo por parte de sus propietarios se ajuste a la función social de la propiedad y permita hacer efectivos los derechos constitucionales a la vivienda y a los servicios públicos domiciliarios, y velar por la creación y la defensa del espacio público, así como por la protección del medio ambiente y la prevención de desastres.

Mediante la Ley 685 de 2001, conocida comúnmente como el Código Minero se regulan las relaciones jurídicas entre el Estado con los particulares y las de estos entre sí, por causa de los trabajos y obras de la industria minera en sus fases de prospección, exploración, construcción y montaje, explotación, beneficio, transformación, transporte y promoción de los minerales que se encuentren en el suelo o el subsuelo, ya sean de propiedad nacional o de propiedad privada.

En el año 2002, mediante el decreto 1713 se reglamento la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. (Tosse, 2003).

En cuanto a la responsabilidad de la prestación del servicio público de aseo, el Decreto establece, que de conformidad con la ley, es responsabilidad de los municipios y distritos asegurar que se preste a todos sus habitantes el servicio público de aseo de manera eficiente, sin poner en peligro la salud humana, ni utilizar procedimientos y métodos que puedan afectar al medio ambiente y, en particular, ocasionar riesgos para los recursos agua, aire y suelo, ni para la fauna o la flora, o provocar incomodidades por el ruido o los olores y sin atentar contra los paisajes y lugares de especial interés. (Tosse, 2003).

El Decreto 838 de 2005 modificó el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos. En cuanto a este tema se tienen los siguientes artículos números 5, 6 y 20, que hacen referencia al recurso suelo y tratan sobre: los criterios y metodología para la localización de áreas para disposición final



de residuos sólidos mediante la tecnología de relleno sanitario teniendo en cuenta varios criterios entre ellos el uso del suelo, las condiciones del suelos, topografía, y las geoformas; las prohibiciones y restricciones en la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos, como son las zonas de pantanos, humedales y áreas similares, y áreas inestables; del método de la selección de relleno sanitario, y del establecimientos del perfil estratigráfico del suelo.

Finalmente en cuanto a la normatividad en el componente suelos, se tiene el Decreto 2372 de 2010 el cual reglamenta el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, y las categorías de manejo que lo conforman, y los procedimientos de manejo: Sistema de Parques Nacionales Naturales, Las Reservas Forestales Protectoras, Los Parques Nacionales Regionales, Los Distritos de Manejo Integrado, Los Distritos de Conservación de Suelos, Las Áreas de Recreación y Áreas Protegidas Privadas: Las Reservas Naturales de la Sociedad Civil.

En las categorías anteriores, se encuentra los Distritos de Conservación de Suelos, mencionados en el Código de Recursos Naturales Renovables en el Artículo 324 definido como aquella área sometida a manejo especial. Orientada a la recuperación de suelos alterados o degradados en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas de desarrolla.

Los propietarios ubicados en dichos distritos están obligados a aplicar las medidas y a ejecutar y mantener las obras previstas en los planes de rehabilitación y manejo, siendo las Corporaciones Autónomas Regionales, mediante acuerdo del respectivo Consejo Directivo las competentes para su reserva, delimitación, alinderación, declaración, administración y sustracción.

Además de la normatividad anteriormente descrita, se tiene que Colombia ha participado entre otros, de los siguientes convenios internacionales: "Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación y la Sequía-CCD", "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", y "Convención Relativa a los Humedales de importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas". Siendo ratificados mediante la Ley 461 de 1998, Ley 164 de 1994, y Ley 357 de 1997, respectivamente.

Por medio de la Ley 461 de 1998 se aprobó la "Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación y la Sequía-CCD" UNCCD, llevada a cabo en París el 17 de junio de 1994. Esta ley busca fomentar entre los países suscriptores la cooperación en materia de protección ambiental y de conservación de los recursos de tierras y los recursos hídricos, en la medida en que ello

guarde relación con la desertificación y la sequía (Ley 461 de 1998).

Dentro de los términos que definen y rigen la ley 461 de 1998 según el Artículo Uno, se encuentran: la desertificación, la lucha contra la desertificación, la sequía, mitigación de los efectos de la sequía, tierra, degradación de las tierras, zonas áridas, semiáridas, y subhúmedas secas y zonas afectadas.

Es de resaltar que dentro de los términos que desarrollan la ley 164 de 1994, de acuerdo al artículo Uno se hallan los efectos adversos del cambio climático, cambio climático, sistema climático, emisiones, y gases de efecto invernadero.

## **4. ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DEL RECURSO SUELO EN UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CARRETERA SEGÚN LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL NACIONAL**

Para la elaboración y presentación del componente edáfico en un Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de una carretera nacional, se parte de lineamientos normativos expedidos por el entonces Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, actualmente llamado Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Los cuales son el punto de partida para la evaluación y toma de decisiones de la autoridad ambiental competente para el otorgamiento o negación de la licencia ambiental. Es entonces como mediante la Resolución 1289 de 2006, se expidieron los términos de referencia para la elaboración de EIA para la construcción de carreteras.

Es necesario recordar, que los términos de referencia según esta misma Resolución 1269 de 2006 y el Decreto 2820 de 2010, son lineamientos generales que la autoridad ambiental señala para la elaboración y ejecución de los estudios ambientales que deben ser presentados ante la autoridad ambiental competente. Sin embargo, estos solo constituyen una herramienta que pretende facilitar el proceso de elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y una guía general, mas no exclusiva, para la elaboración del mismo (Resolución 1289 de 2006). Por lo tanto, se podría incluir información no prevista en los términos de referencia, cuando a juicio del solicitante, dicha información fuera indispensable para que la autoridad ambiental competente tome la decisión respectiva (Resolución 1289 de 2006).

En esta Resolución, el suelo debe ser presentado y elaborado dentro de un Estudio de impacto Ambiental para una construcción de una vía, teniendo en cuenta los siguientes lineamientos generales:

En cuanto a las características del área de influencia directa del proyecto, el componente suelo debe incluir la clasificación agrológica, identificación del uso actual, potencial y conflictos de uso y su relación con el proyecto. La presentación de esta información, debe ser en mapas a escala de 1:25.000 o mayor, que

permitan apreciar las características de los suelos y relacionar las actividades del proyecto con los cambios en el uso del suelo.

En relación al paisaje en el área de influencia indirecta, la información debe elaborarse mediante el uso de sensores remotos, imágenes de satélite, radar o fotografías aéreas, estableciendo las unidades de paisaje regional y su interacción con el proyecto.

En relación al estudio de paisaje para el área de influencia directa, el Estudio de Impacto Ambiental debe contemplar aspectos como: análisis de la visibilidad y calidad paisajística, descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona, e identificación de sitios de interés paisajístico.

En lo que tiene que ver con la demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación del recurso suelo se debe identificar y localizar (georreferenciar) posibles áreas de disposición y presentar las pruebas de percolación respectivas, realizar la caracterización físico-química del área de disposición (textura, capacidad de intercambio catiónico, pH, relación de adsorción de sodio -RAS-, porcentaje de sodio intercambiable, contenido de humedad).

Además, para realizar el manejo, transporte y disposición de materiales sobrantes de excavación, se debe incluir como mínimo lo siguiente para cada sitio de disposición: relación de los volúmenes de material a disponer en cada uno de los sitios identificados, indicando su procedencia de acuerdo a cada tramo del proyecto y determinación de la ruta a seguir por los vehículos que transportarán el material; localización georeferenciada y planos topográficos con planimetría y altimetría; análisis de factores de seguridad y riesgo de desplazamiento ante cargas externas; ubicación de las vías de acceso al sitio, con la información correspondiente al diseño y medidas de manejo ambiental de éstas durante su utilización; igualmente, determinar las medidas a implementar para que una vez terminada la actividad los accesos sean entregados en iguales o mejores condiciones a las encontradas inicialmente; identificación de viviendas, cuerpos de agua y vegetación a remover (inventario forestal); parámetros de diseño y planos a escala 1:5000 o mayores, correspondientes a las obras de infraestructura necesarias para la adecuación del área (drenajes y subdrenajes, estructuras de confinamiento y contención y taludes, entre otros); planta y perfiles del desarrollo del relleno, donde se presenten las diferentes etapas de su ejecución; propuesta de adecuación final del relleno y programa de revegetalización (diseño paisajístico); e identificación de los usos finales de cada uno de los sitios de disposición.

En cuanto a los materiales de construcción se debe identificar y localizar (georreferenciar) los sitios que cuenten con las autorizaciones minera y ambientales vigentes, que respondan a la demanda del proyecto.

En relación a los residuos sólidos generados, con base en la caracterización del área de influencia, para la autorización del manejo integral de los residuos sólidos se debe presentar la siguiente información: clasificación de los residuos domésticos, industriales y especiales. Estimar los volúmenes de residuos domésticos, impactos ambientales previsibles, y alternativas de tratamiento, manejo y disposición e infraestructura asociada.

Por otro lado, retomando el Artículo 21 del Decreto 2820 de 2010, que señala que el Estudio de Impacto Ambiental será elaborado de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, y los términos de referencia expedidos para el efecto. Mediante Resolución 1503 de 2010, el Ministerio del Medio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, adopta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales.

Esta Metodología es un instrumento de consulta obligatoria y de orientación a los usuarios para proyectos, como por ejemplo para la construcción de una carretera, que de acuerdo con la ley y los reglamentos están sujetos a la obtención de Licencia Ambiental a fin de garantizar información precisa y confiable para la toma de decisiones.

En esta Metodología, el suelo deberá ser elaborado y presentado dentro de un Estudio de Impacto Ambiental de acuerdo con los estándares vigentes para obtención, procesamiento y presentación de información de campo establecidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. Y mediante técnicas de fotointerpretación y control de campo hacer apertura de calicatas y determinación de las características físicas y químicas de los diferentes horizontes que conforman el perfil del suelo, dando como resultado el mapa de suelos con su correspondiente leyenda al nivel de detalle solicitado en los términos de referencia.

Hay que tener presente, que esta Metodología expresa que hasta tanto el IDEAM expida las normas relacionadas con el monitoreo para la caracterización de suelos deberá cumplirse con las siguientes normas establecidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Normalización -ICONTEC o las que las modifiquen o sustituyan: NTC 4113-1, NTC 4113-2, NTC 3656, NTC 3934, NTC 1522, NTC 4508, NTC 4711, entre otras...". (Metodología para la Presentación de Estudios Ambientales MADS, 2010).

Como también, esta misma Metodología solicita que el Plan de Manejo Ambiental que se incluye en el Estudio de Impacto Ambiental, contenga en el recurso suelo los siguientes programas: manejo del recurso suelo, manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación, manejo de taludes, manejo de fuentes de materiales, manejo de plantas de trituración, concreto y asfalto, manejo de patios de almacenamiento y talleres de mantenimiento,

Manejo de explosivos y ejecución de voladuras, manejo de materiales y equipos de construcción, manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales, y manejo morfológico y paisajístico.

## **5. ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DEL RECURSO SUELO EN UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CARRETERA SEGÚN LOS LINEAMIENTOS TÉCNICOS**

Teniendo en cuenta que el componente suelo debe elaborarse y presentarse según los estándares vigentes para la obtención, procesamiento y presentación de información de campo por el IGAC, con el fin de obtener el mapa de suelos con su correspondiente leyenda a escala 1:25.000 según lo solicitado por los términos de referencia Resolución 1289 de 2006, a continuación se presenta la metodología contenida en un Estudio Semidetallado de las áreas potencialmente agrícolas de la Subregión de Urabá Departamento de Antioquia, que el IGAC realizó en el año 2007.

De acuerdo al IGAC (2007), el levantamiento de suelos es: el conjunto de investigaciones necesarias para identificar los suelos de un área, determinar sus características más importantes, clasificarlos dentro de un sistema taxonómico, delimitarlos y representarlos en un mapa temático, interpretarlos desde el punto de vista de su capacidad o aptitud, para usos agrícolas, ganaderos, forestales, de ingeniería y otros relacionados y predecir su comportamiento y productividad bajo diferentes sistemas de manejo.

Según este estudio, la metodología para la elaboración del mapa de suelos, comprende el reconocimiento de campo, taxonomía de suelos, identificación de las geoformas, cartografía de suelos, clasificación por capacidad de uso y producción de la cartografía temática.

### **5.1 Reconocimiento de campo**

El reconocimiento de campo es el conjunto de actividades realizadas por el grupo de edafólogos en la zona de estudio: reconocimiento preliminar del área, el levantamiento de información edafológica, el muestreo de los suelos identificados y el diseño y la elaboración de la leyenda de suelos.

La unidad básica de recolección de información durante el trabajo de campo es la observación edafológica: caracterización, detalladas, comprobación y de fase.

### **5.1.1 Caracterización**

Descripción en forma completa y detallada, de las características internas y externas de los suelos, mediante calicatas, en las que se realiza el muestreo de cada uno de los horizontes o capas que componen el suelo descrito. Cada calicata se ubica en el sitio donde se identifica el suelo más representativo de la respectiva unidad cartográfica (UCS).

### **5.1.2 Detalladas**

Observaciones realizadas para determinar las características necesarias para clasificar el suelo y establecer el límite de variación de las unidades taxonómicas. Una observación detallada se lleva a efecto en una cajuela o hueco de aproximadamente 40 - 50 cm de lado y 50 cm de profundidad; se completa mediante una perforación con barreno, desde el fondo de la cajuela, hasta una profundidad de 120 cm o más.

En esta clase de observación se reconoce la sección superior del perfil, generalmente compuesta por los horizontes A y B y en algunos casos el C. Se considera como una minicalicata puesto que en ella se describen, en forma detallada, no sólo la morfología de cada uno de las horizontes, sino también otras características como la clase textural, la reacción del suelo (pH), la presencia de carbonatos y de fragmentos rocosos así como la condición o propiedad redox de los suelos en condiciones prolongadas de mal drenaje, mediante la aplicación de reactivos preparados en el laboratorio para tal fin.

### **5.1.3 Comprobación**

Aquellas con las que se convalidan los suelos caracterizados y definidos durante el reconocimiento de campo, mediante observaciones detalladas y / o en calicatas; así mismo, son útiles para identificar y clasificar nuevos suelos. Como lo indica su nombre, la descripción de las características del suelo se realiza con muestras sacadas con barreno hasta una profundidad de 100 a 120 cm, o hasta donde se comprueben las características de un suelo previamente identificado.



### 5.1.4 Fase

Se implementa como una forma especial de observación para validar o confirmar aspectos básicos relativos a la pendiente dominante de un sector cualquiera, la textura de la capa arable, la presencia de pedregosidad superficial, la inundabilidad u otras características importantes para el uso y el manejo del suelo.

Las observaciones se pueden ubicar y distribuir en zonas piloto y de extrapolación, según la accesibilidad al área y mediante el análisis previo de las fotografías aéreas, con la identificación y la relación de aspectos particulares locales, como la clase y el grado de erosión superficial, la pendiente, los movimientos en masa, el drenaje natural y el uso actual, entre otras. En el campo, el edafólogo ajusta o modifica la ubicación de las observaciones, el número y la clase, de acuerdo con las condiciones locales.

Con la información obtenida en las calicatas y en las observaciones detalladas, se logra un alto nivel de conocimiento de las características morfológicas, químicas, físicas y mineralógicas, de los suelos, además de sus variaciones en el paisaje lo que, a su vez, se traduce en separaciones (delineaciones) de los mismos con un alto grado de confiabilidad (IGAC, 2007).

Para la identificación de cada una de las calicatas se asignan letras mayúsculas acompañadas de un número arábigo consecutivo IGAC, (2007). Ejemplo AS81 (Antioquia Semidetallado, calicata No 81). La calicata consiste en la excavación de un hueco de 100 a 120 cm. de ancho, 150 cm. de largo y 150 cm de profundidad, o menor si se encontraron limitaciones físicas como rocosidad o pedregosidad. En ella se describen las características del entorno o paisaje y las externas del suelo, así como la morfología de cada uno de los horizontes y/o capas que lo conforman; se realizan pruebas de campo para determinar la reacción del suelo, la presencia de carbonatos y las condiciones redox; en forma preliminar, los suelos se clasifican taxonómicamente y se agrupan por su capacidad de uso (IGAC, 2007).

## 5.2 Taxonomía de suelos

Una vez realizado lo anterior, se realiza la clasificación taxonómica de los suelos identificados en el Levantamiento. Para lo cual se utiliza el Sistema Americano (USDA, 2006). La estructura funcional del Sistema Taxonómico está integrada por las categorías: Orden, Suborden, Gran grupo, Subgrupo, Familia y Serie. Dependiendo del el nivel del estudio, la clasificación de los suelos puede variar.

### **5.3 Identificación de las geoformas**

Posteriormente, se identifican las geoformas para seguidamente hacer la cartografía de suelos. Para la clasificación de las geoformas identificadas en la zona de estudio se emplea el Sistema de Clasificación Geomorfológico de Alfred Zinck, (ZINCK, 1987) conformado por las categorías de Paisaje, Tipo de relieve, Material parental del suelo y Forma del terreno. La forma del terreno es el componente más simple dentro de la estructura geomorfológica de un paisaje cualquiera.

### **5.4 Cartografía de suelos**

En lo relacionado con el mapa de suelos, este debe estar integrado por las Unidades Cartográficas de Suelos (UCS), que se definen como "el conjunto de todas las delineaciones o polígonos de suelos que están identificadas por un mismo símbolo, cuya nomenclatura ha sido previamente establecida" (USDA, 1985) y están conformadas por:

#### **5.4.1 Consociación**

Unidad integrada por un suelo dominante (50% o más) y suelos similares y, una o más inclusiones de suelos disímiles que sumadas no deben representar más del 25%.

#### **5.4.2 Asociación**

Unidad integrada por varios suelos dominantes (75% o más) y suelos similares y, una o más inclusiones de suelos disímiles, que sumados no deben representar más del 25%.

#### **5.4.3 Complejo**

Unidad compuesta por dos o más suelos diferentes, distribuidos en un patrón intrincado, que a la escala 1:25.000 no se pueden separar individualmente.

Es importante tener en cuenta que las inclusiones aparecen en la mayor parte de las UCS de los levantamientos edafológicos, en menor o mayor proporción; esto es normal y se debe, entre otras causas, a la variaciones pequeñas (no demilitables) generalmente relacionadas con los componentes del paisaje de la tierra.

La fase de suelos es una subdivisión de una unidad cartográfica; se diferencia con base en criterios seleccionados para crear

unidades útiles para el uso y el manejo de los suelos estudiados. Por consiguiente la fase cuenta con criterios cartográficos mediante la selección de criterios de fases, que aparecen integrando el símbolo de la UCS, tales como pendiente, inundabilidad, como por ejemplo:

Símbolo UCS: CUTDai

- C: paisaje de Planicie aluvial
- U: clima cálido muy húmedo
- T: tipo de relieve, terraza
- D: unidad cartográfica de suelos de cubeta de desborde
- a: pendiente ligeramente plana (0-3%)
- i: inundaciones o encharcamientos

## 5.5 Clasificación por capacidad de uso

Posteriormente, se hace una clasificación por la capacidad de uso, iniciando con la agrupación de las unidades cartográficas de suelos (Asociaciones, Consociaciones y Complejos) en unidades de Capacidad de Uso, mediante la interpretación de las características morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas de los suelos y el examen de las características externas como relieve, pendientes, erosión, inundaciones, pedregosidad y clima. Esta información se extrae del mapa y la memoria explicativa del estudio semidetallado de suelos (IGAC, 2007).

Una vez analizadas e interpretadas las características de los componentes edáficos de las diferentes unidades cartográficas y analizados los factores climáticos y de pendientes se procede a agruparlas en Clases, Subclases y Grupos de manejo, tomando como base la estructura (categorías) y los parámetros contenidos en la metodología de Clasificación de las Tierras adaptada y modificada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2003) del Manual 210 de Clasificación por Capacidad de Uso de las Tierras, del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos del año 1965.

El procedimiento para agrupar los suelos es el siguiente:

- Selección de los perfiles modales de los componentes taxonómicos de cada una de las unidades cartográficas de la carta temática correspondiente.
- Aplicación de la tabla de la metodología IGAC, con las características de evaluación: erosión, grado de pendiente, textura, profundidad efectiva, pedregosidad superficial y, dentro del suelo, rocosidad, inundabilidad, fertilidad,

saturación de aluminio, acidez y alcalinidad, drenaje y clima, de cada uno de los perfiles modales.

- Confrontación de las características seleccionadas en cada perfil modal con los de la tabla de evaluación y determinación de las Clases de capacidad de uso de acuerdo con el grado de las limitaciones generales dominantes.
- Establecimiento de las Subclases según los grados y el número de limitaciones.
- Determinación del Grupo de Manejo con base en las limitaciones específicas, sus respectivos grados, y las características particulares de los suelos: material parental, grupo textural, permeabilidad, retención de humedad, pedregosidad, profundidad efectiva, tipo de contraste textural, fertilidad, contenido y saturación de aluminio, grados de las pendientes; clases de drenaje natural, frecuencia y duración de las inundaciones y/ o encharcamientos, profundidad del nivel freático; grados de erosión y susceptibilidad a la erosión; clima en lo relacionado con disponibilidad de agua y temperatura.

## **5.6 Análisis de las muestras de laboratorio**

Seguidamente, se prosigue con el análisis de las muestras en laboratorio, mediante los análisis físicos, químicos y mineralógicos. Con los análisis físicos se busca determinar la distribución de partículas por tamaño, densidad aparente, densidad real, retención de humedad. En relación con el análisis químico: pH, carbono orgánico, capacidad catiónica de cambio, capacidad catiónica de cambio efectiva, bases intercambiables, sodio, potasio, magnesio, acidez intercambiable, y saturación de bases, fósforo aprovechable, aluminio y hierro, bases solubles, carbonatos y bicarbonatos solubles, sulfatos solubles. agua de saturación, y cloruros solubles. En la mineralógica: arcilla y fracción de arena.

## **5.7 Producción cartográfica temática digital**

Finalmente, se procede a la producción de la cartografía temática para el estudio de suelos IGAC (2007), siguiendo de manera general los siguientes pasos:

- Solicitud previa de la capa de información cartográfica básica en formato análogo y digital a escala 1:25.000.
- Transferencia de la información: la elaboración del mapa temático de suelos, en versión definitiva se inicia con la

transferencia y/o transformación de la información contenida en los productos de sensores remotos (por ejemplo aerofotografías), a hojas o planchas topográficas restituidas, con instrumentos análogos, tales como el sketchmaster.

- Elaboración de calcos en papel de seguridad de la información temática contenida en las hojas de cartografía básica, con lo que se asegura el control de la información global del área trabajada y se dinamiza el proceso de captura.
- Diseño de la Geodatabase de captura, con los diferentes contenedores de capas (feature dataset) de acuerdo al origen de Gauss correspondiente a cada plancha. Dentro de cada contenedor se crea un feature class de líneas con el nombre de la plancha, el cual se convierte luego en una capa de polígonos y el símbolo del polígono.
- Escaneado de las hojas o planchas topográficas y calcos. Este proceso reemplaza la digitalización de la información. El escaneado de la base topográfica con las líneas de suelos transferidas, ayuda a los digitalizadores para la revisión en pantalla de los polígonos y la captura de atributos como símbolo de las unidades temáticas. Los calcos escaneados son esenciales para automatizar el proceso de captura de líneas de suelos.
- Vectorización automatizada, apropiada para cartografía de áreas o polígonos. Se realiza la conversión de líneas a polígonos estructurados y la inserción de atributos a cada uno de los polígonos.

A parte de los Estándares vigentes para la obtención, procesamiento y presentación de información de campo por el IGAC, para la presentación y elaboración del recurso edafológico en los Estudios de Impacto Ambiental de acuerdo a la Resolución 1503 de 2010, se debe tener en cuenta las siguientes Normas Técnicas y Normalización -ICONTEC: la NTC 4113-1. Gestión ambiental. Calidad de suelo. Muestreo. Guía para el diseño de programas de muestreo; la NTC 4113-2. Gestión ambiental. Calidad de suelo. Muestreo. Guía sobre técnicas de muestreo; la NTC 3656. Gestión ambiental. Suelo. Toma de muestras de suelo para determinar contaminación; la NTC 3934. Calidad de suelo. Determinación del contenido de cadmio, cromo, cobalto, cobre, plomo, manganeso, níquel y zinc, en extractos de suelo con agua regia; la NTC 1522. Suelos. Ensayo para determinar la granulometría; la NTC 4508. Gestión ambiental. Calidad del suelo; y la NTC 4711. Muestreo de residuos y suelos para análisis de constituyentes orgánicos volátiles.

## **6. ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN ACTUAL DEL COMPONENTE SUELO EN LOS EIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS POR PARTE DE LAS EMPRESAS CONSULTORAS**

Actualmente existen en el medio de la consultoría ambiental diferentes empresas consultoras ambientales dedicadas a la elaboración y presentación de Estudios Ambientales ante la Corporación Ambiental competente o ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, con el fin de obtener la Licencia Ambiental para la construcción de carreteras.

Según, López (2012), en los últimos años en los EIA se ha venido incluyendo el recurso suelo con mucho más rigor. Es así como de acuerdo a los resultados de la caracterización del suelo y de la evaluación de impacto ambiental que según Espinoza (2007) es una herramienta de predicción, que mediante un análisis sistemático, reproducible e interdisciplinario se identifican y predicen los impactos generados por una actividad sobre los diferentes componentes ambientales, para nuestro caso el suelo, se procede a la elaboración de Planes de Manejo Ambiental -PMA-.

También hay que tener en cuenta que estas empresas han venido introduciendo los servicios ambientales que aporta el suelo en las evaluaciones de impacto ambiental, especialmente en lo relacionado con los servicios de captación de CO<sub>2</sub>, reciclaje de nutrientes y control de erosión, para lo cual han adoptado metodologías de cuantificación y valoración económica.

La cuantificación y valoración económica de acuerdo a Pearce (1993) es la disposición a pagar por obtener los beneficios ambientales o por evitar los costos ambientales medidos donde el mercado revele esta información. O como concluyen Osorio y Correa (2004) es cuantificar la disposición social a pagar a partir de las disposiciones individuales, las cuales son expresadas por usuarios y no usuarios de los recursos.

Existen diferentes metodologías para la cuantificación y valoración económica de los bienes y servicios ambientales que proveen los recursos naturales: agua, suelo, aire, entre otros. La metodología de Estudios Ambientales del MAVDT actual MADS (2010), propone una valoración económica de impactos ambientales y el análisis de costo beneficio ambiental.

A modo ilustrativo, a continuación se describirá el método de elaboración y presentación del componente edáfico en un EIA para la construcción de una carretera, de algunas empresas consultoras reconocidas en el medio:

- Revisión secundaria sobre estudios de suelos, uso de la tierra, geología, geomorfología, climatología, hidrología, entre otras, del área de influencia del proyecto, con el fin de obtener información más amplia del ambiente en el cual se desarrollan los suelos.
- Revisión de las Normas Técnicas Colombianas para el muestreo de suelos, ajustando los procedimientos a los requerimientos que estas normas tienen.
- Definición de las unidades fisiográficas a partir de la propuesta de Villota (1997), la cual se estructura bajo (5) niveles de clasificación: Provincia Fisiográfica, Unidad Climática, Gran Paisaje, Paisaje y subpaisaje, las cuales se utilizan dependiendo la escala de detalle del estudio de suelos.
- Revisión de mapas e imágenes disponibles y elaboración de cartografía preliminar, obteniéndose los límites de las unidades cartográficas de suelos del Área de Influencia Directa AID, a partir de las cuales se definen las áreas que se van a muestrear en el campo, el tipo de levantamiento y la unidad cartográfica (asociación, consociación y/o complejo de suelos) así como el tipo de muestreo a utilizar.
- Levantamiento de información de campo. Se hace reconocimiento y verificación de las unidades fisiográficas, la revisión y establecimiento de los límites definitivos de las unidades de suelos que se encontraron (cartografía ajustada) y el establecimiento de las relaciones paisaje - suelo - uso de la tierra, según Jaramillo (2002).
- Descripción de perfiles modales en calicatas. Para cada horizonte se colectan muestras de suelos para análisis de laboratorio. Los métodos analíticos de laboratorio corresponden a los establecidos por el IGAC (2006) para análisis de fertilidad de suelos.

- Elaboración de mapas correspondientes a las unidades cartográficas, uso actual del suelo, uso potencial del suelo, conflictos de uso, y usos recomendados. Así mismo, se realiza la interpretación del levantamiento de suelos, de los mapas elaborados y de la información disponible.
- Determinación de uso actual del suelo. Se toman como información básica las coberturas vegetales (Corine Land Cover 92010), que son transformadas a uso actual del suelo, de acuerdo con las categorías de uso actual.
- Determinación de uso potencial o capacidad de uso. Se realiza mediante el criterio de sostenibilidad elegido para el subcomponente pedosférico establecido por la metodología del MAVDT actualmente IGAC y MADS (2007), el cual hace referencia al correcto uso de las tierras, aprovechándolas según su sostenibilidad. Los indicadores que se tienen en cuenta en el proceso de evaluación de tierras, de acuerdo con esa metodología, son: clima (precipitación, temperatura), pendiente, erosión, drenaje natural, inundabilidad o encharcamiento, pedregocidad y/o rocosidad, profundidad efectiva, fertilidad, salinidad y acidez.
- Determinación de conflictos por usos del suelo. Se superponen los mapas de uso actual (incluyendo los usos definidos por el POT del municipio de donde se ubica el proyecto, y las áreas que estén declaradas bajo alguna figura jurídica de protección o conservación) con el uso potencial y se evalúan las prácticas de manejo y conservación, de acuerdo con la presencia o no de limitantes para el uso, además de los requerimientos de implementación de los diferentes sistemas de manejo del suelo. De acuerdo con estos criterios se establecen las categorías: sin conflicto, conflicto bajo, conflicto medio, y conflicto alto.
- Evaluación de impacto ambiental. La evaluación de impactos se realiza con base en las actividades del proyecto que inciden sobre el componente suelo, para ello utilizan metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental de tipo cuantitativo, que aunque existen diversas, la más utilizada es la de Conesa (2010). Para los impactos severos y críticos se realiza la valoración económica de los bienes y servicios ambientales aportados por el componente suelo, principalmente captación de CO<sub>2</sub>, reciclaje de nutrientes y control de erosión.
- Finalmente, de acuerdo con los resultados, se elabora el PMA del suelo y el Plan de Seguimiento y Monitoreo PMS.



Como se observó anteriormente, el contenido del componente suelo en un Estudio de Impacto Ambiental cubre de manera parcial las expectativas que exigen los términos de referencia ya mencionados. Haciéndose necesario conocer más en detalle qué es el suelo, su origen, qué lo conforma, función, clasificación, forma de intervención y remediación entre otros aspectos, con el fin de obtener información clara y precisa, que suministre el soporte técnico suficiente para poder identificar claramente la demanda, uso, aprovechamiento, afectación, y valor paisajístico del recurso suelo que va hacer intervenido. De igual manera identificar las posibles áreas de disposición final de materiales sobrantes de las actividades constructivas (llamadas comúnmente zonas de depósito), y los sitios de explotación de materiales de construcción a ser utilizados. Y poder así elaborar Planes de Manejo Ambiental ajustados a la realidad y a las necesidades que el medio natural demanda.

## 7. ANALISIS Y DISCUSIÓN

El recurso suelo viene siendo incluido en la legislación colombiana desde el año 59 con la Ley segunda de 1959, pasando por el Decreto 2811 de 1974 hasta el Decreto 2372 de 2010. Pero relacionado al medio natural o al ecosistema como tal, o cómo aquel recurso que puede verse afectado por una determinada actividad productiva.

Esto se debe tal vez a que el recurso suelo ha venido siendo incluido y manejado dentro del ecosistema mas no de una manera independiente como el agua, o el aire. Con un agravante, no se encuentra definido ni trabajado desde la Ciencia del Suelo. Pese que desde antes de la década de los años cincuenta los edafólogos, venían definiendo el concepto de suelo, tal como lo hizo Jenny (1941).

Es así como para entender las relaciones e implicaciones que se dan en el suelo por una actividad constructiva como es la construcción de una carretera, es indispensable partir del concepto del suelo, dado que para cada profesional el suelo toma diferentes definiciones, por ejemplo, para un geólogo será una roca, o para un edafólogo es el resultado de interacciones o factores formadores tales como el material parental, relieve, clima, vegetación, organismos y tiempo.

Conocer qué es el suelo, implica reconocer e identificar que en el suelo se dan relaciones con los demás factores del medio ambiente tales como la vegetación, el agua, el aire, los microorganismos, y cómo estos interaccionan entre sí, para poder entender qué es lo que pasa en este cuerpo natural, y qué implicaciones tienen las intervenciones que el hombre hace sobre él.

Tal es el caso de las actividades constructivas realizadas para la construcción de una carretera, las cuales generan variados impactos al suelo, que de ser conocido este recurso, se podría manejar de una manera adecuada disminuyéndose las afectaciones de una manera considerable, situación que se vería reflejada en el medio ambiente circundante donde se desarrollan las actividades.

Como lo expresa Martínez y Damián (1999), los impactos ambientales en una construcción de una vía, dependen en alto grado del tipo de terreno, es decir del suelo donde se lleve a cabo esta actividad. Conocer el suelo significa menor volumen de suelo removido, situación que va a redundar en menor pérdida de suelo, menores cambios en la hidrología natural, reducción en la erosión, sedimentación y degradación del suelo, disminución en las alteraciones de la composición física, química y biológica del suelo, cambios en el uso del suelo, y de manera importante se disminuye la inestabilidad de taludes. En cuanto a este último se tiene que la principal medida para evitar la inestabilidad de los taludes es evaluar las características físicas y químicas de los suelos (Iadb. S.F).

Teniendo en cuenta lo anterior, Colombia viene incluyendo en los Estudios de Impacto Ambiental para la construcción de carreteras el componente suelo, específicamente existen Términos de Referencia para la presentación de estos Estudios Ambientales de acuerdo a la Resolución 1289 de 2006 y el Decreto 2820 de 2010.

En esta Resolución y Decreto el suelo se elabora, presenta y se evalúa actualmente según lo mencionado en el Capítulo 4 de este documento. Abordado desde el uso actual, potencial y de conflictos que posee el suelo al momento que se va a construir la carretera, sin tener en cuenta los factores que dieron origen y formación al suelo a ser intervenido, como lo es su material parental, relieve, y microorganismos, clima y el tiempo. Así como también sus características físico y químicas. Siendo variables determinantes para la toma de decisiones al momento de definir criterios de diseño para el trazamiento de la carretera, identificación de sitios o zonas de depósito para la disposición final de materiales, calidad del paisaje, sitios de explotación de materiales de construcción, demanda del recurso suelo, afectación y posteriores medidas de manejo.

Además, no se evalúa ni analizan a profundidad las interrelaciones e interdependencias que se dan entre el suelo con otros recursos ambientales tales como el agua, el aire y microorganismos de manera directa, y de manera indirecta con la regulación del agua, soporte de vida vegetal y animal, filtro de contaminantes, ciclado de nutrientes, y soporte de estructuras. Donde esta última se refiere a la construcción de la misma carretera.

Lo anterior se puede evidenciar en la forma como el Decreto 2820 de 2010 sobre la metodología General para la Presentación de los Estudios de Impacto Ambiental remite a seguir lo definido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi para que éste sea presentado de acuerdo a lo establecido por esta Entidad, donde según lo revisado y descrito en el Capítulo 5, el IGAC lo que propone es una metodología para el levantamiento de suelos indispensable para

identificar los tipos de suelo que se tienen en una área de estudio determinada, mas no establece unos parámetros o lineamientos que ayuden a identificar y evaluar lo que los solicita la normatividad, por ejemplo, zonas de depósito, si el tipo de suelos es apto para la construcción de una carretera, o qué implicaciones al suelo se tienen si se cuenta con determinadas características físicas, químicas o microbiológicas del suelo.

Ante este panorama, como se ha venido mencionando, conocer el suelo significa poder tomar las medidas necesarias que plantea la normatividad desde la Ley 2 de 1959 hasta nuestros días. Dándole la importancia que merece al suelo como el gran soporte para la conservación de la estructura y función de los ecosistemas presentes en cada zona.

De igual manera identificando los suelos, se pueden definir políticas claras alcanzables que ayuden a dar cumplimiento a los convenios internacionales firmados por Colombia. Como por ejemplo, la importante Ley 461 de 1998 mediante la cual Colombia ratificó su participación en la Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD), la cual fue aprobada en París el 17 de junio de 1994. En esta Ley se propuso recuperar los suelos degradados, a luchar contra la desertificación, y de esta forma mejorar las condiciones de vida. Comprometiéndose Colombia, entre otros aspectos, a adoptar un enfoque integrado en el que se tuvieran en cuenta los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos de los procesos de desertificación y sequía, integrar estrategias encaminadas a erradicar la pobreza en sus esfuerzos de lucha contra la desertificación y mitigación de los efectos de la sequía. Esta Ley propende por la aplicación, en las zonas afectadas, de estrategias integradas a largo plazo que se centren simultáneamente en la recuperación, conservación y aprovechamiento sostenible del recurso suelo entre otros.

Revisando de manera sucinta las acciones realizadas por Colombia en cuanto al objetivo que propende esta Ley, se encuentra que de acuerdo al informe que presenta el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (2006), actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que a pesar de los esfuerzos para la conservación y protección de los suelos, persisten procesos de transformación, fragmentación y pérdida por actividades antrópicas, constituyéndose en una de las principales causas directas de degradación de suelos.

En este informe del Ministerio de medio Ambiente y Desarrollo Territorial (2006), se presentan cifras y datos preocupantes sobre el estado del recurso edafológico a nivel nacional, tales como: el 16.95 % del territorio nacional se encuentra afectado por la desertificación. El 78.9% de las zonas secas del país presentan diferentes niveles de desertificación, derivados principalmente de

la erosión y salinización. El 74% del territorio nacional es susceptible a fenómenos de compactación. Alrededor del 80% de la Región Andina de Colombia está afectada por erosión. Siendo la principal causa el uso del suelo para actividades agropecuarias con tecnologías inadecuadas y eventualmente sin tener en cuenta su aptitud de uso.

Sin embargo, tal como lo menciona este informe ante esta problemática, el Ministerio de Ambiente, y Desarrollo Sostenible, conjuntamente con las entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA), sociedad civil y otras entidades relacionadas con el tema, formularon el "Plan de Acción Nacional de Lucha Contra La Desertificación y la Sequía -PAN-", mediante el cual se espera que para el 2020 Colombia haya avanzado en la implementación de estrategias, acciones y mecanismos para la prevención, corrección, restauración, recuperación y/o detención de los procesos de degradación de tierras, desertificación y mitigación de la sequía, especialmente en las zonas secas.

Ante esta situación, donde ya han pasado siete años desde que fue publicado este informe, tal como se observar a través de la revisión realizada de la normatividad existente ante el recurso suelo, si no existe una normatividad clara para lo que constituye el suelo, no pueden ser alcanzables los objetivos que fueron formulados en el PAN.

Por lo anterior, vale resaltar y hacer énfasis en la importancia que tiene identificar y conocer el suelo desde el punto de vista edafológico e incluirlo en la normatividad, donde sea claro su origen, formación y qué lo constituye desde el punto de vista físico, químico y biológico. Para así poder tener criterios claros que permitan tomar decisiones ante la viabilidad técnico, ambiental y económica de una construcción de una vía, y la implementación de medidas que conlleven a la protección de este recurso natural que puede tardar millones de años para su formación, dependiendo de los llamados factores formadores del suelo mencionados en el Capítulo 2: material parental, clima, relieve, microorganismos y tiempo.

Por ejemplo la formación de unos pocos centímetros de un horizonte orgánico puede tomar hasta 50 años, un periodo de tiempo, que podría decirse breve, si se le compara con el necesario para que se formen los mismos centímetros de tierra fértil en una zona montañosa, en este caso el tiempo requerido se puede medir en miles de años. En cambio, el deterioro de los suelos y la pérdida de capa fértil de humus, debido a mala gestión, compactación, erosión u otro fenómeno, es a menudo muy rápido (eurosur, S.F).

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1 Conclusiones

- De acuerdo a la revisión realizada sobre la normatividad nacional existente sobre el recurso suelo, cabe decir que éste no se encuentra de forma específica en una Ley o Decreto. Esto tal vez se deba a que el recurso suelo hace parte de los ecosistemas, y por lo tanto se encuentra implícito en éste. Si bien es cierto, en el suelo se dan relaciones con los demás factores del medio ambiente tales como la vegetación, el agua, el aire, se hace imprescindible separarlo.
- Se hace urgente conocer el concepto del suelo en los Estudios de Impacto Ambiental para la construcción de carreteras, con el fin de poder entender qué es lo que pasa en este cuerpo natural, y qué implicaciones tienen las intervenciones que el hombre hace sobre él, y poder tomar las medidas necesarias que plantea la normatividad existente.
- Es importante identificar y conocer el suelo desde el punto de vista edafológico, es decir, su origen, formación y qué lo constituye desde el punto de vista físico, químico y biológico para así poder tener criterios claros para la identificación del recurso suelo que va hacer intervenido durante la construcción de una carretera e implementar medidas acordes a la realidad que conlleven a la protección de este recurso. Con el fin de lograr los objetivos planteados en los convenios internacionales firmados por Colombia, y avanzar en la normatividad para el recurso a nivel nacional.

---

## 8.2 Recomendaciones

- Así como para el agua y el aire existe una normatividad, para el suelo debe existir una específica, y no quedar inmersa o de manera implícita, tal como viene siendo manejada.
- La normatividad ambiental del suelo en Colombia debe partir de su definición desde el punto de vista de la Ciencia del Suelo con el fin de dar claridad a todos los actores que intervienen de una u otra forma por sus actividades productivas o constructivas el recurso edafológico.
- Los Términos de Referencia para la elaboración y presentación de los Estudios de Impacto Ambiental para la construcción de una carretera, deben partir de evaluar la viabilidad técnica y ambiental de las características físicas, químicas y biológicas que posee los suelos donde se va a llevar a cabo la construcción de la nueva carretera, con el fin de ser coherentes con el diseño y las medidas ambientales a implementar.

De igual manera, deben ser un instrumento de planeación e intervención estratégica, que permita articular el desarrollo de este tipo de infraestructura, con componente ambiental y de conservación del capital natural del territorio donde se lleve a cabo este tipo de obras. Con el objetivo de tender hacia una propuesta de sostenibilidad para la intervención del recurso suelo.

# BIBLIOGRAFÍA

Baldwin M., Kellogg C.E., and Thorp J. 1938. Soil Classification. Yearbook of Agriculture, U.S. Dept. Agric. ,U..S.Govt. Printing Office, Washington, DC. 979-1001 p.

Beven K.J., Kirkby M.J., Schofield N., and Tagg A.F. 1984. Testing a Physically- Based Flood Forecasting Model (TOPMODEL) for Three U.K. Catchments. Journal of Hydrology, 69: 119-143.

Buol S.W, F.D. Hole y R.J McCracke. 1989. Genesis y clasificacion de suelos. Capítulo 6: Procesos edafológicos. Ed. Trillas. México, 111-124 pp.

CEPAL/PNUMA/ORPALC, 2002. La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades.

Coffey G.N. 1912. A Study of the Soils of the United States. U.S. Dept. of Agriculture.

Colombia. Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010. Decreto 2820 (5 agosto, 2010). Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Bogotá. D.C.: El Ministerio, 32 p.

Colombia. Instituto Nacional de Vías. 2011. Guía de manejo ambiental proyectos de infraestructura. Subsector vial. Bogotá D.C.: El Instituto, 165 p.

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2006. Resolución 1289 de 2006 (30 junio, 2006). Por la cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de carreteras y se adoptan otras determinaciones. Bogotá. D.C.: El Ministerio, 3 p.

Colombia. Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010. Resolución 1503 de 2010 (4 agosto, 2010). Por la cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de carreteras y se adoptan otras determinaciones. Bogotá. D.C.: El Ministerio, 3 p.



---

Colombia. Congreso de La República. 1973. Ley 23 de 1973. Por el cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones. Bogotá. D.C. 3 p.

Colombia. Presidente de La República. 1974. Decreto 2811 de 1974 (18 diciembre, 1974). Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Bogotá. D.C. 71 p.

Colombia. República de Colombia Ministerio de Agricultura. 1978. Decreto 1541 de 1978. Por el cual se reglamenta la parte III del libro II del Decreto Ley 2811 de 1974 "De las aguas no marítimas", y parcialmente la ley 23 de 1973. Bogotá. D.C.: El Ministerio, 66 p.

Colombia. Presidente de La República. 1978. Decreto 1415 de 1978. Por el cual se crea la Comisión Conjunta para Asuntos Ambientales y se reglamenta parcialmente la Ley 23 de 1973 y el Decreto - Ley 2811 de 1974. Bogotá. D.C. 2 p.

Colombia. Presidente de La República. 1978. Decreto 1608 de 1978 (31 julio, 1978). Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 2 de 1973 en materia de fauna silvestre. Bogotá. D.C. 59 p.

Colombia. El Pueblo de Colombia. Constitución Política de Colombia. 1991. Bogotá. D.C. 108 p.

Colombia. Congreso de Colombia. 1993. Ley 99 de 1993 (22 diciembre, 1993). Por lo 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. Bogotá. D.C. 59 p.

Colombia. Presidente de La República. 1994. Decreto 1753 de 1994 (3 agosto, 1994). Por lo cual se reglamentan parcialmente los títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993. Bogotá. D.C. 21 p.

Colombia. Presidente de La República. 1995. Decreto 2150 de 1995 (5 diciembre, 1995). Por lo cual se suprimen y reforman, procedimientos o trámites innecesarios existentes en la Administración Pública. Bogotá. D.C.

Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2002. Decreto 1728 de 2002. (6 agosto, 2002). Por el

cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre la Licencia Ambiental. Bogotá. D.C.: El Ministerio. Colombia. El Presidente de La República. 2003. Decreto 1180 de 2003. (10 mayo, 2003). Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre la Licencia Ambiental. Bogotá. D.C. 13 p. Colombia. 2005. Decreto 1220 de 2005. (21 abril, 2005). Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre la Licencia Ambiental. Bogotá. D.C.

Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2006. Decreto 500 de 2006. (20 febrero, 2006). Por el cual se modifica el Decreto 1120 del 21 de abril de 2005, reglamentario del Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Bogotá. D.C.: El Ministerio. 3 p.

Colombia. El Congreso de Colombia. 1994. Ley 164 de 1994. (27 octubre, 1994). Por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992. Bogotá. D.C.

Colombia. El Congreso de Colombia. 1997. Ley 357 de 1997. (27 octubre, 1994). Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971). Bogotá. D.C.

Colombia. El Congreso de Colombia. 1998. Ley 461 de 1998. (4 agosto, 1998). Por medio de la cual se aprueba la "Convención de las Naciones Unidad de lucha contra la desertificación en los países afectados por seguía grave o desertificación, en particular África, hecha en Paris el diecisiete (17) de junio de mil novecientos noventa y cuatro (1994). Bogotá. D.C.

Colombia. El Congreso de Colombia. 1959. Ley 2 de 1959. Por el cual se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables. Bogotá. D.C.

Colombia. El Congreso de Colombia. 1979. Ley 9 de 1979. Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 704 de 1986, Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 305 de 1988 , Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 1172 de 1989, Reglamenta Parcialmente por el Decreto Nacional 374 de 1994 , Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 1546 de 1998 , Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 2493 de 2004 , Modificada por el art. 36, Decreto Nacional 126 de 2010, en lo relativo a las multas. Bogotá. D.C.

Colombia. El Congreso de Colombia. 1997. Ley 388 de 1997. Por el cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones. Bogotá. D.C. 65 p

Colombia. El Congreso de Colombia. 2001. Ley 685 de 2001 (5 agosto, 2001) Por el cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones. Bogotá. D.C. 40 p.

Colombia. Servicios Públicos Domiciliarios. 1994. Ley 142 de 1994 (11 julio, 1994) Por el cual se establecen el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. Bogotá. D.C. 597 p.

Colombia. El Congreso de La República. 2000. Ley 632 de 2000 (29 diciembre, 2000) Por el cual se modifican parcialmente las Leyes 142, 143 de 1994, 223 de 1995 y 286 de 1996. Bogotá. D.C. 4 p.

Colombia. El Congreso de La República. 2001. Ley 689 de 2001 (31 agosto, 2001) Por el cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994. Bogotá. D.C.

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2005. Decreto 838 de 2005 (23 marzo, 2005). Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010. Decreto 2372 de 2010 (1 julio, 2010). Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Ministerio. 23 p.

Conesa F.V. 2010. Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental. Madrid: Mundi prensa.

Departamento de Agricultura De Los Estados Unidos (USDA). Criterios para el Uso de la Taxonomía de Suelos en la Denominación de Unidades Cartográficas. Versión traducida al español por la universidad de Chile, 1985. 67 p.

USDA 2006. Servicio De Conservación De Recursos Naturales. Claves para la taxonomía de suelo. Décima edición, 339 p.

Embid I. A. 2012. Evaluación de impacto ambiental. Bogotá D.C.: Universidad externado de Colombia. p 21-62

Eurosur, S.F. Enlace documental Mercosur/Unión Europea: El Suelo ¿Recurso Renovable?. En línea: [http://www.eurosur.org/medio\\_ambiente/bif49.htm](http://www.eurosur.org/medio_ambiente/bif49.htm). Consulta: enero 2013.

Espinoza G. 2007. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago - Chile: Banco Interamericano de Desarrollo BID Centro de Estudios para El Desarrollo- CED. 288 p.

Farn, S.F. Fundación Ambiente y Recursos Naturales: Breve historia de la EIA. En línea: <http://www.farn.org.ar/docs/p11/publicaciones11-1.html>. Consulta: 12 de diciembre de 2012.

Iadb, S.F. Banco Interamericano de Desarrollo: Impactos de la construcción y operación de la carretera sobre el medio físico. En línea: [http://www.iadb.org/regions/rel/eia/bo0036/pdf/8\\_3.pdf](http://www.iadb.org/regions/rel/eia/bo0036/pdf/8_3.pdf). Consultada en febrero de 2013.

Ibáñez J. J. y De Alba S. 2000. Pedodiversity and scaling laws: sharing Martin and Rey's opinion on the role of the Shannon index as a measure of diversity. *Geoderma*. 98: 5-9.p.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 2007. Estudio Semidetallado de Suelos de las Áreas Potencialmente Agrícolas de Urabá Departamento de Antioquia escala 1:25.000. Antioquia. 492 p. IGAC 2006. Métodos Analíticos del Laboratorio de Suelos. Santafé de Bogotá: IGAC. 648 p.

IGAC 2003. Subdirección de Agrología. Manual de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso. Bogotá. 41 p.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2007. [CD-ROM]: Windows 95 o posterior. Definición de usos alternativos y sostenibles para la ocupación de las tierras a nivel nacional (Colombia). Bogotá: IGAC y MAVDT. 196 p.

Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2011. [CD-ROM]: Windows 95 o posterior. Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura. Subsector Vial (Colombia). Bogotá: INVIAS. 165 p. Jaramillo D. 2002. Introducción a la Ciencia del Suelo. [CD-ROM]: Windows 95 o posterior. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Jenny H. 1941. *Soil Forming Factors. A system of quantitative pedology*. McGraw-Hill. New York, 281 p. León P. J.L. 2010. Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo. Medellín. 273 p.

López M. N. 2012. El componente suelo en las evaluaciones de impacto ambiental de proyectos mineros y de infraestructura. 4 p. Macías L. F. 2012. Evaluación de impacto ambiental. Bogotá D.C.: Universidad Externado de Colombia. p 101-131.

Martínez S. A. y Damián. H. S. A. 1999. Catálogo de impactos ambientales generados por las carreteras y sus medidas de mitigación. 200 p.

Mejia B. R. 2012. Evaluación de impacto ambiental. Bogotá D.C.: Universidad Externado de Colombia. p 137-151.

Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). 2006. Dirección de ecosistemas. Tercer Informe Nacional de Implementación de la Convención de Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación. 49 p.

MAVDT 2010. Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Santafé de Bogotá. 72 p.

Munévar F. 1991. Conceptos sobre la materia orgánica y el nitrógeno del suelo, relacionados con la interpretación de análisis químicos. En: Fundamentos para la Interpretación de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas para riego. Bogotá D.C : Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. pp. 227-244.

NTC 3934. Calidad de suelo. Determinación del contenido de cadmio, cromo, cobalto, cobre, plomo, manganeso, níquel y zinc, en extractos de suelo con agua regia

NTC 4113-1. Gestión ambiental. Calidad de suelo. Muestreo. Guía para el diseño de programas de muestreo.

NTC 4508. Gestión ambiental. Calidad del suelo

NTC 4113-2. Gestión ambiental. Calidad de suelo. Muestreo. Guía sobre técnicas de muestreo.

NTC 3656. Gestión ambiental. Suelo. Toma de muestras de suelo para determinar contaminación.

NTC 4711. Muestreo de residuos y suelos para análisis de constituyentes orgánicos volátiles.

NTC 1522. Suelos. Ensayo para determinar la granulometría.

Osorio M. J.D. y Correa R. F. 2004. Valoración Económica de Costos Ambientales: Marco Conceptual y Métodos de Estimación. Semestre Económica, vol. 7, num. 13, enero -junio. pp. 159-193. Universidad de Medellín.

Oyarzún M. J. 2008. Evaluación de impactos ambientales. 114 p.

Pearce D. 1993. "Economic Value and the natural world", Cambridge, Massachusetts, the MIT Press.

Perea V. F.A. 2012. Legislación ambiental. Agosto 2012. Disponible en Internet:  
[http://hmedioambiente.blogspot.com/2012/08/legislacion-ambiental\\_12.html](http://hmedioambiente.blogspot.com/2012/08/legislacion-ambiental_12.html)

Tosse L. O.D. 2003. Legislación ambiental relacionada con contaminación del recurso suelo en Colombia. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 26 p.

Villota H. 1997. "Una nueva aproximación a la clasificación fisiográfica del terreno". Revista CIAF, 15(1): 83-117. Santa Fe de Bogotá.

Yaalon, D. H. 1975. Conceptual models in pedogenesis. Can Soil-forming function be solved. Geoderma, 14: 189-205.

Zapata R. 2006. Química de los procesos pedogenéticos. Medellín. Escuela de Geociencias Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia. 271 p.

ZINCK, A. Aplicación de la geomorfología al levantamiento de suelos en zonas aluviales y definición del ambiente geomorfológico con fines de descripción de suelos. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Bogotá, 1987. 178 p.