

V.COMPONENTE SUELOS

Tomás León Sicard

Agrólogo, Mg. Ciencias Ambientales, Ph.D.
Tecnología Agroambiental. IDEA-UN

Francisco Barranco

Antropólogo. Fundación de Investigaciones
Geoarqueológicas y ambientales. IDEA-UN

TABLA DE CONTENIDO

METODOLOGÍA.....	V-1
UNIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE BAJO EL ENFOQUE FISIAGRÁFICO.....	V-2
CONSTRUCCIÓN DE LA LEYENDA EXPLICATIVA.....	V-2
<i>Localización Geográfica</i>	V-2
<i>Paisajes Dominantes</i>	V-2
<i>Suelos Dominantes</i>	V-3
Material Parental y Rocas Dominantes.....	V-4
Profundidad de los Suelos.....	V-4
Textura.....	V-4
Drenaje.....	V-4
Reacción del Suelo o pH.....	V-5
Fertilidad del Suelo.....	V-5
<i>Capacidad de Uso</i>	V-5
<i>Uso Actual</i>	V-6
<i>Conflictos de uso y recomendaciones de manejo</i>	V-6
ÁREAS PRIORITARIAS.....	V-7
RESULTADOS.....	V-11
<i>Las Propiedades Físico-Químicas</i>	V-13
<i>Áreas prioritarias de Intervención</i>	V-13
Subcuencas o áreas con problemas críticos (color rojo).....	V-14
Subcuencas o áreas con problemas moderados (color amarillo).....	V-17
Subcuencas o áreas con Uso Adecuado.....	V-19
<i>Usos del Suelo en Pendientes Superiores al 50%</i>	V-20
BIBLIOGRAFÍA.....	V-22

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA V-1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL FACTOR PENDIENTE	V-3
TABLA V-2. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SU TEXTURA	V-4
TABLA V-3. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SU ACIDEZ	V-5

METODOLOGÍA

Las características y distribución de los suelos de la cuenca del río Garagoa se presentan en el Mapa 26-Suelos, elaborado a escala 1: 100.000 a partir de la información proveniente del Plan de Ordenamiento Territorial, de los trabajos de Martínez (1973) y Parra (1986) y de los diferentes levantamientos semidetallados y generales de suelos realizados por el Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” en varios municipios de la cuenca entre 1966 y 1997 (ver bibliografía). Su traspaso al SIG se realizó a través de la creación de bases de datos y adición de unidades cartográficas del territorio CAR y CORPOBOYACÁ, complementarios a los existentes para la cuenca del río Garagoa, ésta última suministrada por Corpochivor.

El material aportado por Corpochivor contiene, además del mapa de suelos, otros mapas de uso potencial, conflictos de uso y uso actual, que describe con bastante aproximación las características edáficas de la zona. No obstante, esta información presenta deficiencias en lo que concierne a sus bases de datos que en ocasiones son incompletas o poseen asignaciones de códigos numéricos que no fueron interpretados. En el mapa de suelos, por ejemplo, se omitieron las Fases, unidades cartográficas indispensables para evaluar las aptitudes o clases de uso asignadas a las Asociaciones.

El trabajo contempló las siguientes etapas:

- Recopilación de los estudios de suelos que existen en la cuenca y posterior unificación bajo el enfoque fisiográfico para su incorporación al SIG.
- Construcción de la leyenda explicativa con una síntesis de las características, limitantes, conflictos y recomendaciones de uso de los suelos.
- Elaboración del Mapa unificado de suelos de la Cuenca del Garagoa.
- Elaboración del mapa de Aptitudes de Uso de la Cuenca del Garagoa
- Definición de áreas prioritarias de intervención en función de las características del suelo y del uso actual de la tierra, de acuerdo a tres categorías básicas (Áreas en uso adecuado, Áreas con problemas moderados y Áreas críticas).
- Elaboración del Mapa de Zonificación de Tierras de la Cuenca del Garagoa producto de superposición y agregación de los mapas anteriores.

UNIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE BAJO EL ENFOQUE FISIAGRÁFICO

El enfoque fisiográfico para el estudio de los paisajes, plantea la existencia de factores formadores de paisaje, entre los cuales se destaca el clima, la hidrografía, el relieve, los materiales parentales, los suelos y los organismos incluyendo al hombre. Estos factores interactúan en el tiempo para la formación de los paisajes.

CONSTRUCCIÓN DE LA LEYENDA EXPLICATIVA

La leyenda se construyó a partir del citado enfoque fisiográfico, incluyendo en ella los siguientes atributos:

Localización Geográfica

Agrupar dos ítems para ubicar las unidades de suelos: uno que señala el municipio o municipios en que se presentan y otro que señala accidentes geográficos y toponimia para una ubicación más precisa de las citadas unidades.

Paisajes Dominantes

Esta categoría presupone homogeneidad en suelos, relieve y en los procesos que se dan a través del tiempo y que a su vez moldean la superficie terrestre y condicionan la cobertura vegetal; se asume que en este nivel el material parental es homogéneo, por lo cual las características de los suelos pueden diferenciar un paisaje de otro. Dentro de esta categoría se asociaron en la leyenda unificada tres parámetros: la unidad climática, el relieve con algunos procesos de modelado y las pendientes.

La unidad climática contempla tres elementos principales: la temperatura promedio anual, la humedad relativa en relación con la altitud (pisos térmicos altitudinales) y los niveles de precipitación promedio anual; los procesos de modelado se refieren al origen de los fenómenos que le imprimen huellas características al paisaje, a saber: modelados de tipo volcánico, aluvial, glacial, eólico, estructural o tectónico. Las pendientes se clasifican así:

Tabla V-1. Clasificación de suelos según el factor pendiente.

Relieve	Pendiente
Plano a casi plano	0 – 3%
Ligeramente inclinado, ligeramente ondulado	3 –7%
Moderadamente inclinado, ligeramente quebrado	7 –12%
Fuertemente inclinado, fuertemente ondulado	12–25%
Ligeramente escarpado, fuertemente quebrado	25–50%
Escarpado	50 – 75%
Muy escarpado	>75%

Suelos Dominantes

En esta categoría se presentan las principales características de los suelos dominantes en cada municipio, apelando a varios descriptores:

En primer lugar se reportan los nombres de las unidades cartográficas que aparecen en los mapas de suelos del IGAC, es decir, si se trata de una Asociación de Suelos (unidad cartográfica que agrupa conjuntos de suelos que se reparten en porcentajes similares en el territorio) o Consociaciones (unidad cartográfica en donde un solo conjunto de suelos domina en más del 70%). A su vez, el Conjunto de Suelos se refiere a porciones del terreno que comparten suelos con características internas y externas similares. Los nombres de las Asociaciones, Consociaciones y Conjuntos se asignan, por lo general, a partir de nombres locales (Ejemplo: Asociación Ramiriquí).

En segundo lugar, se presenta el nombre científico (taxonomía) de los suelos dominantes en cada unidad cartográfica, para facilitar el intercambio de información entre especialistas. Dado que estos nombres científicos no tienen mayor significado para el común de los usuarios del documento, en la leyenda se incluyen descripciones sobre otras características relevantes desde el punto de vista del uso de los suelos, tales como:

- Material Parental y rocas dominantes
- Profundidad del suelo
- Textura
- Drenaje
- Grado de acidez
- Fertilidad del suelo

Material Parental y Rocas Dominantes

Se refiere al tipo de rocas o sedimentos predominantes en un área, información importante porque se relaciona con el relieve, las pendientes y las características internas de los suelos. En la zona aparecen principalmente materiales de origen sedimentario (areniscas y lutitas) con influencia de ceniza volcánica proveniente de las cordilleras central y occidental, la cual se depositó en la cuenca hace varios cientos de miles de años y contribuyó a la evolución de los suelos de la zona.

Profundidad de los Suelos

Se refiere al grosor de cada suelo medido en centímetros de profundidad desde la superficie del terreno. Los suelos muy superficiales presentan menos de 25 cm de profundidad, los superficiales entre 25 y 50 cm, los moderadamente profundos entre 50 cm y 1 m, los suelos profundos se extienden hasta 1,5 m y los muy profundos superan este límite. Los principales limitantes de la profundidad en la cuenca son los fragmentos de gravilla o piedra, contactos con la roca dura o niveles muy cercanos del nivel freático.

Textura

Hace referencia a la distribución en porcentaje, de partículas de arena, limo, arcilla o combinaciones de ellas. Los tipos de textura en la zona son:

Tabla V-2. Clasificación de suelos según su textura

Texturas	Descripción
Arcilloso	Predominan partículas menores de 2 micras
Limoso	Predominan partículas entre 2 y 20 micras
Arenoso	Predominan partículas superiores a 20 micras
Franco	Equilibrio en tamaño de partículas

Drenaje

Esta propiedad se refiere a la mayor o menor facilidad que tienen los suelos para evacuar las aguas lluvias o las que reciben por aportes de riego suplementario. Está controlada por varios parámetros internos del suelo como la textura, la porosidad, la densidad o los contenidos de materia orgánica y externos como la pendiente del terreno o las formas del terreno. Se califica como lento, medio o rápido.

Reacción del Suelo o pH

Se refiere a la mayor o menor concentración de iones hidrógeno (H^+) o de grupos Hidroxilo (OH^-) dentro de la fase líquida del suelo, propiedad que controla la mayor parte de los procesos biológicos, físicos y químicos del medio edáfico. Se califica de la siguiente manera:

Tabla V-3. Clasificación de suelos según su acidez

Calificación del suelo	PH
Muy ácidos	3.5 – 4.5
Ácidos	4.5 – 6.0
Ligeramente ácidos	6.0 – 6.5
Neutros	6.5 - 7.5
Básicos	7.5 a 8.5
Alcalinos	> 8.5

Fertilidad del Suelo

La evaluación de las anteriores propiedades junto con análisis sobre saturación de bases (calcio, magnesio, sodio, potasio), intercambio catiónico, fósforo disponible, cantidades de aluminio y contenidos de materia orgánica, conducen a estimar la fertilidad natural del suelo, la cual se puede calificar como muy baja, baja, moderada o alta.

Capacidad de Uso

En esta categoría la leyenda define los usos potenciales de las tierras de cada municipio e indica sus principales limitantes. La clasificación se basa en el Sistema de Clases Agrológicas utilizadas corrientemente por el IGAC, en la cual las tierras útiles para fines agropecuarios de índole comercial son las de clase I, II y III, las apropiadas para usos pecuarios como pastoreo semi-intensivo, extensivo y cultivos de subsistencia o semicomerciales son las de clase IV, las que soportan únicamente pastoreo a niveles semicomerciales y cultivos de subsistencia son las V y VI, en tanto que los suelos agrupados en las categorías VII y VIII son aquellos no aptos para usos agropecuarios y que deberían destinarse a la restauración de coberturas naturales o conservación de las mismas; todas las clases mencionadas se consideran aptas para fines de conservación y recreativos, por lo cual no necesariamente dichos usos se encuentran vedados para suelos con alta aptitud agropecuaria.

Adicionalmente se señalan las principales limitantes para las actividades agropecuarias que pueden ser relativas a:

- Limitaciones por fuertes pendientes (p)
- Limitaciones por presencia de erosión (e)
- Limitaciones de orden climático, bajas precipitaciones, heladas, etc. (c)
- Limitaciones para el desarrollo radicular por pedregosidad, concreciones, limitaciones de profundidad, horizontes endurecidos (s)
- Limitaciones por exceso de humedad en el suelo o encharcamientos (h)

Uso Actual

En esta categoría se señalan los principales sistemas de aprovechamiento agrícola, pecuario o forestal que dominan en el municipio y en las unidades cartográficas de suelos.

Conflictos de uso y recomendaciones de manejo

Estas dos secciones tienen como propósito señalar las mayores dificultades para el uso sostenible de las unidades de suelos y las principales recomendaciones de manejo.

ÁREAS PRIORITARIAS

DEFINICIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS DE INTERVENCIÓN EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y DEL USO ACTUAL DE LA TIERRA

La evaluación de las áreas críticas de la cuenca del río Garagoa se realizó en etapas sucesivas, utilizando la información cartográfica suministrada por Corpochivor y generando nueva información a través de la superposición y agregación de unidades, referidas esencialmente a los Mapas de Suelos (MS), Uso Actual de la Tierra (MUAT), Uso Potencial de la Tierra (MUPT) y conflictos de uso (MCU), con información aportada principalmente por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en diversos momentos y cuyas referencias se consignan en la bibliografía.

El análisis consistió básicamente en determinar cuál de las categorías anteriores serviría mejor para delimitar las áreas críticas de la cuenca, de tal manera que el mapa resultante fuera una guía sólida para las acciones futuras de ordenamiento.

En principio se consultó el MCU, que contiene información síntesis proveniente de comparar la vocación de uso o uso potencial de los suelos con el uso a que están sometidos actualmente.

El mapa original solamente contiene unas pocas unidades, ubicadas en el sector noroccidental de la cuenca, clasificadas en conflicto severo. De allí que la segunda etapa consistiera en unir las categorías “Conflicto Negativo Moderado” y “Negativo Severo” del MCU, a fin de contener en una sola unidad, las áreas cuyo uso agrícola, pecuario o minero tuvieran, de acuerdo con ese mismo mapa, potencialidad moderada a alta para generar sedimentos en la cuenca. Las zonas que estaban cartografiadas en el MCU como “Sin Conflicto” se unieron a aquellas que aparecen cartografiadas como de “Uso positivo”, para generar una nueva unidad denominada “Áreas de Uso Adecuado”. Finalmente las unidades cartográficas identificadas en el MCU como “Conflicto Negativo Leve”, se renombraron como “Áreas con Problemas Moderados”.

El resultado de este ejercicio no fue satisfactorio porque ahora, en lugar de unas pocas hectáreas, el mapa resultante mostraba casi toda la región en Conflicto Severo.

En una segunda aproximación, se utilizó el Mapa de Uso Actual (MUA) como una referencia para chequear los resultados obtenidos con el mapa de Conflictos de Uso.

Este MUA, que contiene 117 unidades diferentes, se redujo solamente a tres unidades: *Áreas Críticas*, que compendia a todas aquellas unidades cartográficas denominadas como cultivos

transitorios, cultivos agrícolas, pastos, cultivos mixtos, potreros, pastos mixtos, pastos mejorados, potreros con cerca viva, erosión natural, erosión provocada y sus combinaciones; *Áreas de uso Adecuado* incluía las unidades del MUA identificadas como Bosque primario, matorrales, rastrojo, matorrales paramunos, bosque secundario, herbáceas, pajonales, bosque plantado de coníferas, bosque plantado de latifoliadas, potreros arbolados y sus combinaciones; finalmente, se sintetizó la unidad “*Áreas con Problemas Moderados*” que reúne las categorías de cultivos permanentes y semipermanentes y combinaciones de cultivos agrícolas /pastos / bosques / pastos mixtos / rastrojos / potreros arbolados / pasto natural enmalezado, entre otros.

Este ejercicio tampoco fue satisfactorio, porque nuevamente la mayor porción de la cuenca quedaba bajo la denominación de *Áreas Críticas*. Ello en virtud de la unión cartográfica que se dio entre unidades de paisaje utilizadas en pastizales y en cultivos.

En la tercera aproximación, por lo tanto, se optó por separar las áreas utilizadas en cultivos transitorios de aquellas utilizadas en ganadería. Estas nuevas unidades, que muestran el uso de la tierra solamente en lo que atañe a cultivos, se consideran como *Áreas Críticas*, dado que los cultivos transitorios generan procesos erosivos rápidos tanto en sus fases de instalación (preparación de tierras, suelos desnudos, arada y rastrillada, siembra a favor de la pendiente) como de mantenimiento (cultivos limpios, desyerbe químico o manual, cosechas). La intensidad del proceso erosivo depende de tales prácticas y de la ubicación de las fincas en áreas de mayor o menor pendiente.

Aunque la ganadería genera efectos de compactación de suelos, terracetas y otros fenómenos de remoción en masa, que a la postre también resultan en aportes de sedimentos, dada la baja densidad ganadera presente y a que se considera que su acción tarda más tiempo en manifestarse, las zonas ganaderas se clasificaron en las *Áreas con Problemas Moderados*.

Igualmente, zonas en donde predominan los cultivos semipermanentes o permanentes en asocio con bosques o matorrales, en donde las labores de preparación de suelos son pocas o de baja intensidad, se consideraron como áreas con problemas moderados en razón, principalmente, a que la estructura del cultivo y la baja intensidad de labores permiten el crecimiento de coberturas que conservan el suelo.

Evidentemente que las zonas con bosques, árboles o matorrales, en donde la intervención es inexistente o se limita a labores de mantenimiento o entresaca, se calificaron como *Áreas de uso Adecuado*.

El mapa resultante fue complementado con la información preexistente sobre las características internas y externas de los suelos y su aptitud de uso, a partir del Mapa de Conflictos de Uso que había sido preparado durante el POT por el IDEA, para adicionar la zonificación de tierras en términos de procesos actuales, la cual diferencia áreas sin problemas o en uso adecuado, áreas con problemas moderados (suelos en exceso de carga) y áreas críticas (suelos en uso no sostenible).

Adicionalmente se preparó un mapa de pendientes que, para efectos del tipo de análisis efectuado en este estudio (técnica del semáforo), se clasificó de acuerdo a los siguientes rangos: pendientes entre 0-7% no generan riesgos apreciables de degradación; 7-50% generan problemas moderados y pendientes superiores al 50% implican zonas críticas. Este mapa se cruzó con el de uso Actual del Suelo utilizando como criterio fundamental que, cuando se trata de cultivos limpios en pendientes superiores al 50% la unidad resultante se considera como Área Crítica. Las áreas Moderadas pueden incluir cultivos transitorios o limpios y los demás usos de la tierra en pendientes 7-50%. Todos los demás tipos de uso en pendientes 0-7% no generan problemas significativos de pérdida de suelos.

Una vez definidas estas categorías, se utilizó la herramienta de SIG (Sistema de Información Geográfica) Arc View - ArcGis que permitió elaborar el Mapa de Zonificación de Áreas Críticas (Mapa 36. Áreas críticas).

La superposición de todos los mapas enunciados, generó un mapa de zonificación de tierras de cuatro colores (Mapa 28) que define áreas prioritarias de intervención desde el punto de vista agropecuario, conservación y restauración de los recursos naturales y aportes de sedimentos a las cuencas y microcuencas.

En el mapa de zonificación de tierras (Mapa 28) las áreas en color verde señalan suelos sin problemas serios, con pocas prácticas agrícolas o coberturas permanentes que evitan la liberación de sedimentos y cuyo destino final debe ser la conservación de los recursos existentes allí (no tocar); las zonas amarillas equivalen a suelos con problemas moderados, que requieren mejoras en las prácticas agrícolas y restauración de coberturas vegetales para frenar procesos degradativos del paisaje o sedimentación de los cauces a largo plazo; las áreas críticas en color rojo representan zonas desprovistas de coberturas naturales o con procesos erosivos marcados por usos inapropiados como cultivos transitorios y pastoreo en altas pendientes, quemas, corte de vegetación arbustiva o tala de bosques, las áreas adicionales en color café representan los suelos

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

con mayores aptitudes para uso agrícola o pecuario y que efectivamente se usan para tal fin por lo cual se consideran también en uso adecuado.

Las recomendaciones concretas por municipio pueden observarse en el cuadro de recomendaciones de manejo de la leyenda unificada (Anexo 1).

RESULTADOS

Características generales de los suelos de la cuenca (Leyenda Suelos Cuenca Garagoa anexa).

Los suelos de la cuenca se presentan en un mosaico complejo, desarrollado a partir de rocas sedimentarias que, en algunos sectores, han recibido aportes sustanciales de cenizas volcánicas. Se destacan en este sentido, rocas de tipo arenisca, arcillolita y lutita que le transmiten a los suelos tanto las especies mineralógicas a partir de las cuales se obtienen los nutrientes para las plantas como sus características texturales (suelos arenosos o arcillosos, según el caso).

Tales materiales evolucionaron en la cuenca bajo climas que van desde zonas templadas en el sector sur y climas medios y fríos en el centro de la cuenca hasta sectores con climas muy fríos en las crestas de las laderas. Se destaca la zona norte de la cuenca en las inmediaciones de los municipios de Soracá, Boyacá y Ramiriquí en donde el clima se torna más seco en relación con los demás sectores de la cuenca.

El relieve, de tipo montañoso estructural, correspondiente a la cordillera oriental, presenta pendientes en su mayoría fuertemente inclinadas a escarpadas, con algunas áreas importantes de pendientes más suaves en relieve ondulado a ligeramente inclinado.

La interrelación de estos factores generó un patrón complejo de suelos que se distribuyen en el paisaje en función de la magnitud en que operan los procesos genéticos derivados de ellos: en las zonas altas, frías y escarpadas aparecen suelos muy superficiales junto a afloramientos rocosos; cuando el relieve se hace menos pronunciado la acumulación de materia orgánica es mayor y, en consecuencia, los suelos son más profundos, negros, ácidos y con mejores perspectivas para su manejo agropecuario, aunque su fertilidad es media con baja disponibilidad de nutrientes debido a las bajas temperaturas que dificultan la mineralización de la materia orgánica.

En las zonas más bajas de la cuenca, con climas más templados y de menor humedad, los suelos tienden a acumular nutrientes y a transformar con mayor rapidez la materia orgánica, ofreciendo perfiles de suelos con colores amarillos y parduscos en las capas superiores, menos ácidos, con fertilidad moderada a alta y mayor disponibilidad de nutrientes.

Esta distribución se ve afectada por áreas en donde aparecen condiciones de drenaje impedido que facilita la aparición de suelos mal drenados, arcillosos y por ende con mayores dificultades para su manejo o que han recibido aportes significativos de cenizas volcánicas, las cuales le

transmiten a los suelos mejores características físicas y químicas. Como condición generalizada, aparece la acidez de los suelos y su poca disponibilidad de fósforo asimilable.

Los estudios realizados por el Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” en la cuenca del río Garagoa, que incluye las jurisdicciones de las Corporaciones Autónomas CAR, Corpoboyacá y Corpochivor, identificaron setenta y dos Asociaciones de Suelos y tres Consociaciones. En promedio, cada una de estas unidades cartográficas agrupa tres conjuntos de suelos, con lo cual se estima alrededor de 225 unidades cartográficas presentes, las cuales, a su vez, se diferencian en cuatro o más fases por pendiente o pedregosidad.

Lo anterior resalta un atributo importante de los suelos de la cuenca: su *alta diversidad espacial y morfológica*.

No obstante lo anterior, a nivel taxonómico en la cuenca dominan dos órdenes de suelos: los inceptisoles y los entisoles.

Los primeros se denominan así (del griego *inceptum* = incipiente) debido a que se trata de suelos jóvenes que no han estado sometidos a fuertes procesos de evolución y que, por lo tanto, presentan un desarrollo adecuado de horizontes o capas en donde se distinguen fácilmente características propias del suelo como su estructura, profundidad, textura, contenidos de materia orgánica y desarrollo de coloraciones ligadas a su génesis.

Los suelos entisoles (del inglés *recent* = recientes) son aquellos que se encuentran en etapa de formación, en este caso, en donde la roca sólida se encuentra tan solo a unos pocos centímetros de la superficie y en donde los procesos genéticos no han operado con intensidad.

La susceptibilidad de estos suelos al deterioro se expresa esencialmente en las fuertes pendientes que los caracterizan, las cuales propician el escurrimiento superficial de las aguas de escorrentía y provocan erosión en casi cualquier grado de pendiente, aunque se acepta por lo general que, por encima del 25% - 50% la inclinación de las pendientes comienza a ser verdaderamente un factor desencadenante de procesos erosivos severos. De igual manera, el hecho de que las laderas sean de tipo estructural, es decir, que se inclinen en la misma dirección de los estratos geológicos genera fuerte susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa en la mayor parte del territorio.

Las Propiedades Físico-Químicas

Los análisis físico-químicos de suelos realizados a través de los inventarios del IGAC muestran que, en general se trata de suelos en donde los mayores o menores contenidos de materia orgánica y de cenizas volcánicas juegan un papel importante en las demás propiedades físicas y químicas de los suelos.

En efecto, cuando estos dos materiales se conjugan en las zonas de mayor altitud y en climas fríos, los suelos son más porosos y presentan menores densidades aparentes lo cual facilita el intercambio líquido y gaseoso pero a su vez incrementa la susceptibilidad a la compactación. Se trata de suelos de páramo y de sus áreas adyacentes que, cuando son sometidos a prácticas de pastoreo o de cultivos transitorios se deterioran fácilmente. Por lo general son muy ácidos, con alta capacidad de intercambio catiónico, contenidos medios a bajos de bases, presencia de aluminio de cambio y contenidos generalmente bajos de fósforo.

En altitudes menores y con climas menos húmedos, disminuye ligeramente el contenido de materia orgánica y por lo tanto se modifica su densidad aparente y su porosidad. La estructura del suelo, propiedad que se refiere al grado e intensidad de formación de agregados, se expresa de manera más intensa en estas condiciones. No obstante, la conservación de una buena estructura de suelo depende fundamentalmente del manejo y varía de finca en finca, por lo que no es posible generalizar su análisis. En estas condiciones topográficas y climáticas los suelos presentan fertilidad media expresada en alta capacidad de intercambio catiónico en los horizontes superficiales, la cual decrece con la profundidad, menor presencia de aluminio y contenidos medios de nutrientes. En algunos sectores, incluso, los nutrientes llegan a ser muy altos.

Áreas prioritarias de Intervención

EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y DE LA INTENSIDAD DE USO DE LA TIERRA

Como se indicó anteriormente, las fuertes pendientes y las características estructurales de las mismas hacen que la mayor parte de los suelos de la cuenca resulten particularmente susceptibles a los procesos erosivos. El análisis de cada una de las Asociaciones de suelos junto con el de la evaluación de la intensidad de uso de la tierra, permitió compilar información que muestra áreas críticas y áreas con problemas moderados o sin problemas en relación, tanto con el conjunto de características internas y externas de los suelos, como con el uso a que están sometidos. El análisis se complementa con la inclusión de la variable pendiente que, cuando se cruza con los tipos de utilización actual de la tierra, genera otros resultados interesantes.

En los párrafos siguientes se describen los resultados del análisis obtenido utilizando los dos criterios anteriores. En sección aparte se incluye el reporte del cruce de las pendientes superiores al 50% con los tipos de uso de la tierra (cultivos limpios).

Subcuencas o áreas con problemas críticos (color rojo)

Las subcuencas con problemas críticos ocupan una proporción cercana al 31.2 % (78.327 has) de la zona estudiada y se ubican especialmente al norte de la cuenca del Río de Garagoa, en los municipios de Turmequé, Nuevo Colón, Boyacá, Jenesano, Ramiriquí y Ciénega. En el centro de la cuenca sobresalen algunos sectores alrededor de los municipios de Chinavita, Tenza, Sutatenza, La Capilla y Guateque. Al sur, existe otra zona crítica entre los municipios de Chivor y Santa María

En la zona norte las subcuencas o áreas clasificadas de esta manera son:

- Quebradas Las Juntas, El Chital, San Vicente, Ruaquira, La Cachuchita, Capellanía, Supatá, Puente Piedra y Rinchoque, en Ventaquemada, extremo noroccidental de la cuenca (Asociaciones Jurpa y Degolladera).
- Río Icabuco y Quebrada Sorca al suroriente de Turmequé, incluyendo zonas aledañas a la cabecera municipal y las veredas Juratá y Jaraquirá (Asociación El Reposo)
- Río Boyacá, afluente del río Jenesano. Comprende las inmediaciones de Soracá y Boyacá (Asociaciones El Volador – Ropaguata).
- Jenesano quebradas El Murciélago, Las Rosas, Los Naranjos y La Sucia veredas Volador, Soleres, Palenque y Rodríguez (Asociación Ropaguata)
- Ciénega veredas Tiavita, Espinal, Manzano, Piedra Larga y Viracachá veredas Icarina, Naranjos, Piraguata. Río Juyasía y sus afluentes en el costado sur del municipio de Ciénega y al oriente de Ramiriquí, incluyendo las quebradas Chuscal y Honda al oriente de Viracachá. Quebrada Centenario (Asociación Tiavita).
- Nuevo Colón, sector Aposentos, vereda Tejar Abajo (Asociación El Reposo).
- Límites entre los municipios de Viracachá, Siachoque, Rondón y Ciénega, veredas Huerta Grande, La Isla y El Albañil, Serranía Grande y Alto Bijagual (Asociación La Isla).
- Ramiriquí, vereda Ropaguata (Asociación Ropaguata).

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

- Sur de Tunja, sitios Pensilvania, La Cabaña, El Carmen, quebrada San Antonio (Asociación Cogua). Suroriente de Tunja, y Soracá, sitios Santa Susana, El Granero, Los Martes, Quebrada Vieja, carretera a Viracachá, Quebrada Grande, El Pinal (Asociación Páramo)
- Siachoque, sitios el Hotel, El Cairo, Las Pilas, Alisal, Las Lajas, El Tinto, al oriente del municipio en Buenos Aires y La Chapa (Asociación Cogua). Al noroccidente del municipio, quebrada Ánimas, límites con Soracá (Misceláneos Erosionados), margen derecha del río Carmechoque, carretera Siachoque -Toca (Complejo Coluvio Aluvial) y zonas inundables al norte del municipio (Serie Termales).
- Alrededores del casco urbano de Soracá (Asociación Cogua), al sur sitio El Instinto, quebradas Matecaña y Las Lajas (Asociación Páramo).
- Alrededores de los cascos urbanos de Sora y Cucaita, sitios Gavilanera, quebradas El Chusque, San Joaquín, Honda, Negra, Sorcio, Paso El Puerco.
- Río Samacá, hasta el área de Lagunas (Cazadores, Ojo de Agua, Carrazal, La Empedrada), sitio La Esmeralda (Misceláneos Erosionados).

En estas zonas predominan suelos de las Asociaciones Tierra Negra (TN), Jurpa (JU), Ropaguata (ROP), El Volador (EV), Icarina (IC), Peña Blanca (PB), Piedra Candela (PA) y Los Galindos (GA), Páramo (MP), La Isla (LI) y El Reposo (ER), cuyas características se presentan en el Anexo 1.

Sin embargo, puede anotarse que los suelos de estas zonas son variados: van desde aquellos negros y profundos, desarrollados sobre lutitas y areniscas con influencia de cenizas volcánicas en clima frío, utilizados en pastos para ganadería extensiva, cultivos de papa, maíz, arveja, haba, arracacha, nabo, frutales, pastos y algunas plantaciones de eucaliptos y pinos, hasta suelos de menores contenidos de materia orgánica, parduscos, ácidos y con diferentes grados de profundidad efectiva. En las zonas de clima templado, aparecen suelos con contenidos bajos de materia orgánica, bien drenados, arcillosos y desaturados, que alternan con suelos superficiales y de texturas gruesas, utilizados en caña panelera, café, plátano, frutales y pastos.

En términos generales, en estas áreas críticas se presentan procesos de erosión laminar difusa, especialmente en zonas con cultivos limpios, movimientos en masa tipo reptación, deslizamientos y procesos de patas de vaca (caminos de ganado) en zonas dedicadas a la ganadería extensiva. Igualmente es posible que existan procesos acelerados de pérdida de fertilidad expresados en

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

procesos de compactación, degradación de la estructura y disminución de los nutrientes disponibles para las plantas.

En el sector medio de la cuenca del río Garagoa, aparecen Áreas Críticas en las siguientes subcuencas:

- Quebradas Cementerio y Bolívar e inmediaciones de la cabecera municipal de Chinavita (Asociaciones Chinavita, Valle Grande y Rondón)
- Río Guaya, entre La Capilla y Tenza (Asociaciones Rucha, Valle Grande, Rondón y Quebradas)
- Quebradas Suaitoque, Chorro de Oro, Los Halcones, Negra y Moyitas afluentes del río Súnuba por la margen norte en el municipio de Guateque (Asociaciones Rucha y Valle Grande).
- Villapinzón, nacimiento del río Funza o Bogotá (Asociación Páramo).
- Colinas al sur del casco urbano de Chocontá y al suroeste del casco urbano de Villapinzón, alledañas al río Bogotá en la vereda Nueve Pilas (Asociación Cogua).

En estas zonas de menor elevación (1.700 – 2.000 msnm), aparecen variados tipos de suelos muy ácidos, bastante evolucionados, lavados y desaturados, con pocos nutrientes para las plantas y gravilla o contactos líticos que afectan su profundidad efectiva, utilizados en pastos y cultivos de fique, maíz y plátano. Algunos sectores presentan suelos pesados con arcillas expandibles y permeabilidad lenta, que presentan dificultades físicas para su manejo y suelos superficiales pero con excelentes contenidos de nutrientes. Con esta excepción, la mayor parte de los suelos poseen altos contenidos de aluminio, bajos de bases totales y de fósforo. Se utilizan en cultivos de caña, yuca, maíz, plátano, frijol, arveja, pepino, tomate, habichuela, café y pastos mejorados y naturales.

En el sector sur de la cuenca del río Garagoa, en jurisdicción del municipio de Santa María, existen dos Áreas Críticas adicionales en las subcuencas de los ríos Cachipay y Mirolindo por un lado y La Cotuda – La Clarita – Gacenera por el otro, las cuales, no obstante, están por fuera de las zonas que vierten sus caudales directamente al embalse de Chivor. Además se presentan zonas críticas en:

- San Luis de Gaceno, quebrada El Toro (Asociación El Toro)

- Santamaría, ríos Batá, Lengupá y Súnuba (Asociación Santamaría)

Subcuencas o áreas con problemas moderados (color amarillo)

Las zonas calificadas de esta manera ocupan aproximadamente 24.315 hectáreas, es decir, el 9.69 % de la cuenca, extendiéndose desde el norte, en inmediaciones de los municipios de Jenesano y Viracachá, hasta el sur Municipios de Santa María y San Luis de Gaceno, pasando por la mayor parte de los municipios más importantes de la región.

Esta unidad agrupa una extensa variedad de usos de la tierra, entre pecuarios y agrícolas, que en común poseen el hecho de incidir en procesos erosivos moderados a leves y que, en consecuencia, no exigen inmediata atención como en el caso de las Áreas Críticas. Ello no quiere decir, por supuesto, que tales áreas no deban recibir atención de parte del Estado y de las entidades regionales ya que, por el contrario, ameritan especial cuidado para evitar que se agraven los procesos erosivos o degradativos de los recursos. Son zonas para reducir y prevenir tales fenómenos.

Al norte de la Cuenca sobresalen las siguientes subcuencas con problemas moderados:

- Zonas ubicadas al oriente del Río Garagoa entre Jenesano y Tibaná (quebradas Ritoque, Santuario, Quinteros, Agua Blanca, Calera, Suta, Colorada, Ruche, Cardonal, y Tres Quebradas).
- Zonas ubicadas al occidente del río Garagoa, desde la quebrada La Sucia en inmediaciones del municipio de Tibaná, hasta el Río El Bosque (alrededores de Umbita) pasando por las quebradas Las Lajas, Malpaso y Chorro Hondo, La Laja, Divorcio y Chuscal (municipio de Pachavita).
- Afluentes del río Fusavita, con excepción de las quebradas Ortigal – Tasajeras y Salamanca – Los Loros – Granizal.
- Siachoque, quebrada Toaca, puente Las Pescas, Carretera a Pesca (Serie Quebrada Toaca).
- Valle de Samacá, corregimiento de Cucaita (Serie Cucaita), Lomas alrededor de Samacá (Serie Coluvio lomas de Samacá), Vereda El Valle hasta cercanías al puente de Samacá (Serie Juncas), Haciendas el Rosario y Alcalá (Serie Salamanca), Hacienda Tausamena (Serie Tausamena), vereda Churuvita (Serie Churuvita), (Serie La Colmena). Samacá (límites entre Samacá y Ventaquemada, Alto de La cuchilla El Gacal),

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

- Veredas Palo Blanco y Puente Boyacá en Ventaquemada (fincas Wilches y Raque).
- Ramiriquí (Vereda El Común, Finca San José). Ramiriquí (veredas El Andrinal, Endrinal Arriba, Santuario), Ramiriquí (Cuchilla Bijagual hasta las partes altas de la Vereda San Antonio).
- Ciénega (margen derecha de la carretera Ramiriquí- Rondón, vereda El Albañil), Ciénega (Veredas Piedra Larga, Jaranita y Galindo), Ciénega (Alto de Bijagual, margen derecha e izquierda de la carretera Ramiriquí-Rondón)
- Viracachá (veredas los Galindos y La Isla, fincas La Esmeralda y Los Pinos), alrededores de la escuela Icarina Abajo, vereda Icarina Arriba, finca Tamayo, veredas Los Naranjos Arriba y Centro).
- Ventaquemada (Veredas Jurpa, Frutillo, Monrique y Boquerón),
- Turmequé Veredas Siguinoque, Centro, Pozo Negro y Joyagua, proximidades al río Turmequé,
- Nuevo Colón (en fajas pequeñas, en la parte alta de la Vereda Aposentos),
- Jenesano (veredas Piedra Candela, Piranguatá, Hervidero, Palenque y El Volador), Puente Camacho
- Boyacá (vereda Llano Grande), Boyacá (Veredas Vanegas y Huerta Grande).
- Santa María (Vereda Huerta Grande, Vertientes de los ríos Batá, Lengupá, río Súnuba frente a la población).
- San Luis de Gaceno (Corregimiento Santa Teresa, San Luis, cercanías a la población), Paralelo a la carretera Machetá - Manta (Serie Gama).

En estas zonas predominan los suelos de las Asociaciones Ramiriquí (RM), El Común (EC), Chivor (CH), Piedra Candela (PA), Rondón (RO), Ropaguata (ROP) y Chinavita (CV) (Anexo 1)

Sobre el sector central de la cuenca entre los municipios de Pachavita, Garagoa, Sutatenza, Guayatá, Somondoco, Almeida y Chivor, se extiende una amplia zona con problemas moderados de uso de suelos. Incluye las siguientes subcuencas:

- Quebradas Las Moyas – Roavita al sur de Chinavita.

Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales

- Quebradas Jiriguélos – San José – El Malpaso – La Laja – El Salitre – Rionegro, ubicadas al norte y al oriente de Garagoa.
- Subcuenca del río Súnuba, con excepción del área ya descrita de Guateque.
- Afluentes que caen directamente al embalse por el costado occidental (quebradas El Varal, Barro Amarillo, Cuya, El Peje, Manzanos, en inmediaciones de la población de Almeida).
- Afluentes que caen directamente al embalse por el costado oriental (Quebradas Volador, El Hato, Los Curos, El Manantial, El Arenal y Los Rincones) en inmediaciones del municipio de Macanal.

En esta amplia zona dominan las Asociaciones Rucha (RU), Quebradas (QB), Crucero (CR), Valle Grande (VG), Rosal (RS) y Chivor (CH), cuyas descripciones se encuentran en el Anexo 1

Finalmente, en el sur de la cuenca, en los municipios de Santa María y San Luis de Gaceno aparece una importante extensión de terrenos dedicados a cultivos de clima medio y cálido. Sin embargo, las aguas de estas zonas no entran al embalse de Chivor sino que drenan hacia el río Lengupá hacia la vertiente del Orinoco.

En estas zonas predominan los suelos de las Asociaciones La Mesa (LM) y Agua Caliente (AC).

Subcuencas o áreas con Uso Adecuado

Esta categoría representa zonas en las cuales existen condiciones aptas para la agricultura o la ganadería en diversos grados, actividades que se han realizado sin menoscabo de los recursos naturales (148.000 hectáreas).

Se trata bien sea de zonas ya transformadas, pero que no se aprovechan eficientemente debido a diversas razones o áreas que conservan bosques secundarios. Estas zonas se ubican a manera de un cinturón en los bordes de la cuenca, ocupando por lo general los lugares más altos. Ellas son:

- Valle Aluvial del río Chicamocha, Municipios de Tunja, Toca y Zotaquirá, también presente en los alrededores de Firavitoba, y los Valles de Toca y Zotaquirá (Serie río Chicamocha).
- Valle aluvial del río Pesca (Consociación Centro), la mayoría de la Asociación Quebradas en Garagoa (Quebradas San José, Ubacón, las Lajas y Los Volcanes), la parte oriente del

embalse de Chivor en el Municipio de Macanal, la Quebrada Roavita en Chinavita y la Vereda Quebradas en Tenza.

- En Ciénega, carretera a Ramiriquí, límites con Rondón (Vereda Centro Rural),.
- Asociación Laureles presente en La capilla (Vereda Camagoa), Rondón (Vereda Centro Rural y San Antonio); quebradas Agustinera y El Secreto, al oriente de Santamaría, incluyendo camino hacia la mesa del Guavio y río Lengupá; al norte de Villapinzón en la quebrada El Desagüe, parte baja del cerro Las Corbatas y Vereda San Pablo (Asociación Villapinzón); Colinas aledañas al río Bogotá y quebrada El Rejón en Chocontá (Asociación Villapinzón); al oeste de Chocontá en la quebrada Los Arrayanes (Asociación Siecha).

En estas áreas dominan los siguientes suelos: Asociación El Común (ECU), Chivor (CH), Rosal (RS), Los Toyos (LT), Misceláneo Páramo (MP) y Represa (RE) (Anexo 1).

Usos del Suelo en Pendientes Superiores al 50%

La intención de este análisis radica en identificar aquellas zonas cuyas pendientes resultan contraproducentes en extremo para usos agrícolas especialmente del tipo de cultivo transitorio o cultivo limpio, dada las altas tasas de erosión que ello supone. Este trabajo no descarta las anteriores zonas críticas, sino que señala los sitios específicos en donde se ubican tales actividades que, en teoría, deberían evitarse.

El resultado de este ejercicio muestra que, alrededor de 4747 hectáreas en la cuenca se están utilizando con cultivos limpios o transitorios en pendientes superiores al 50%. Las principales áreas se ubican al norte (cuencas de los ríos Juyasía y Teatinos), centro (cuencas de los ríos Garagoa, Guaya y Bosque) y hacia el sur en algunos sectores de las cuencas de los ríos Machetá y Guatanfur.

En la subcuenca del río Garagoa se destacan algunas zonas cercanas a Pachavita entre las microcuencas de las quebradas La Chapa, Sinaí, Chorro Hondo, Chorro Betania y La Laja. En la subcuenca del río Guaya aparecen áreas de este tipo en inmediaciones de La Capilla; en Teatinos las áreas de altas pendientes se ubican en la quebrada El Neme y en la subcuenca del río Bosque, son las áreas comprendidas entre las quebradas Tasvita y el caño El Rosal, al suroccidente de Úmbita.

**Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Garagoa
Corpochivor – Corpoboyacá – CAR
Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales**

En tales zonas habría que intensificar los procesos de reconversión tecnológica hacia cultivos permanentes o plantaciones forestales o concertar con los propietarios algunas soluciones viables desde el punto de vista social y económico.

BIBLIOGRAFÍA

- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1966. Reconocimiento de Suelos del Suroriente del Departamento de Cundinamarca, Municipios de Gama Gacheta, Gachalá, Junín, Machetá, Manta, Medina, Tibiritá y Ubalá.
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1968. Estudio Detallado de Suelos de la Parte Plana y General del Sector Quebrado de los Municipios de Tunja y Siachoque Para Fines Agrícolas (Departamento de Boyacá).
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1973. Estudio detallado de Suelos y Clasificación de Tierras Para Riego. Valles de Samacá, Cucaita y Sora (departamento de Boyacá).
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1978. Estudio General de Suelos de los Municipios de Viracachá, Ciénega, Ramiriquí, Boyacá, Jenesano, Nuevo Colón, Tibaná, Turmequé y Ventaquemada (Departamento de Cundinamarca).
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1985. Estudio General de Suelos del Oriente de Cundinamarca y Municipio de Úmbita (Boyacá).
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 1997. Estudio General de Suelos del Valle de Tenza, Región de Lengupá y municipio de Pesca (Departamento de Boyacá).
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. ORSTOM. 1984. Estudio integrado de usos del suelo del Altiplano Cundiboyacense.
- Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. UPTC. 1988. La Modernización Entre Campesinos Parcelarios, el Caso de Tenza Boyacá.
- Martínez, B. R. 1973. Plan integral de desarrollo Urbano, Garagoa (Departamento de Boyacá).
- Parra, S.W. 1986. Zonificación Ambiental de la Microcuenca Las Moyas, Municipio de Garagoa (Departamento de Boyacá).

ANEXOS DEL COMPONENTE SUELOS

- Anexo 1.** Leyenda unificada de suelos (uso actual, aptitud de uso, conflictos de uso y zonificación) Cuenca del Río Garagoa