

Clasificación fisiográfica del terreno a partir de la inclusión de nuevos elementos conceptuales

Physiographic classification of Land by including New Conceptual Elements

Pedro Karin Serrato Álvarez*

Resumen

Presenta nuevos elementos conceptuales conducentes a mejorar y actualizar la clasificación fisiográfica del terreno creada por el Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica (CIAF), en 1997, para delinear unidades del terreno por medio de la interpretación de imágenes de sensores remotos (satelitales, de radar y fotografías aéreas). Esta actualización se ha aplicado en tres niveles categóricos, con base en las experiencias del autor en este tema. Las unidades son establecidas mediante una síntesis biofísica de elementos, como la geomorfología, el material litológico superficial, la vegetación natural y la red de drenaje; se enmarcan dentro de las condiciones climáticas definidas, y hoy en día son el punto de partida de los levantamientos de suelos a cualquier nivel de detalle (excepto los muy detallados), así como de los proyectos de zonificación física de tierras; igualmente, su clasificación jerárquica

* Agrólogo. Especialista en fotointerpretación aplicada a levantamientos edafológicos. Magister en Geografía Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC- Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica -CIAF-.
pksserrat@igac.gov.co

cumple los requerimientos estipulados para una base de datos dentro de un sistema de información geográfica SIG. Se dan, entonces, los criterios para la inclusión de nuevas geoformas en este sistema y, adicionalmente, se muestra una lista estructurada de los términos usados en cada categoría.

Palabras clave: Análisis fisiográfico, Clima, Geomorfología, Suelos, Clasificación fisiográfica del terreno.

Abstract

It describes some new conceptual elements to improve and update the terrain's physiographic classification created by CIAF, 1997, used for drawing units derived by remote sensing imagery's interpretation like satellite views, radar mosaics and aerial photographs. The updated has been applied in three categorical levels, based on the author's experiences in this subject. Such units are established through a biophysics synthesis of elements such as geomorphology, surface litology, natural vegetation and drainage network. They are located within defined climatic conditions, and are today the first step for soil surveys of varying scale, as for projects of physical land zoning (without very detailed surveys). Their hierarchic classification fulfills the requirements of a data base under a geographic information system GIS. They give the criteria for inclusion of new landforms in this system and the structured list of used terms within each category is also provided.

Key words: Physiographic Analysis, Climate, Geomorphology, Soils, Physiographic Classification of the Land.

1. Introducción

Desde la creación del entonces Centro Interamericano de Fotointerpretación -CIAF-, en el año 1967, hoy Centro de Investigación y Desarrollo de Información Geográfica -CIAF-, la Unidad de Suelos trabajó en el desarrollo de un sistema para clasificar geográficamente terrenos, con base en los conceptos de fisiografía esbozados inicialmente por su cuerpo de profesores holandeses (D. Goosen, E. Elbersen y E. Nieuwenhuis), y ajustados y complementados después por los colombianos Pedro Botero¹ y Hugo Villota².

El autor de este texto, quien fue discípulo de Hugo Villota, realizó recientemente una investigación acerca de los cañones colombianos (Serrato, 2007a), cuya experiencia, junto a la del largo ejercicio de fotointerpretación realizado no solo en Colombia, sino en las repúblicas de Panamá, Guatemala y Ecuador, donde complementó sus investigaciones sobre el tema, evidenció la necesidad de incluir nuevos elementos conceptuales para consolidar la metodología de dicho sistema de clasificación geográfica de terrenos.

Al crear un sistema de clasificación del terreno, el CIAF cuidó de que estuviera bien estructurado, con un ingredien-

te multicategórico, y que involucrara los factores medioambientales comprometidos en la génesis (origen, evolución, composición) de las geoformas y de los suelos, como un punto de partida para los diferentes órdenes de levantamientos de suelos, para la delimitación de unidades ecológicas del paisaje, que se apoya en la interpretación de imágenes de sensores remotos, y para los proyectos de zonificación física de las tierras en pro de la planificación de las áreas rurales, bien sean estas cuencas hidrográficas o territorios adscritos a una corporación regional o municipal.

El desarrollo, la prueba de la aplicabilidad y los ajustes del sistema se realizaron en el marco de los proyectos de investigación y los cursos de especialización en "interpretación de imágenes de sensores remotos aplicada a levantamientos edafológicos y rurales", que entre 1968 y 1992 organizó la Unidad de Suelos del CIAF, y a los que acudieron numerosos profesionales de Latinoamérica. Un valor agregado de dichos cursos fue la experiencia profesional que durante años habían acumulado sus docentes en un sinfín de proyectos y trabajos de investigación, dentro de los que se puede destacar el proyecto SIG-PAFC, liderado por la Subdirección de Geografía del IGAC; además de la asesoría y la consultoría que el CIAF

¹ Agrólogo fotointérprete, Msc. en suelos de la universidad de Chapingo, Mexico; MSc en interpretación de fotografías aéreas del ITC de Holanda y profesor del CIAF de 1978 a 1990.

² Ingeniero agrónomo, especialista en fotointerpretación y MSc. del ITC de Holanda, experto en geomorfología y suelos; trabajó durante 30 años como docente del CIAF y de varias universidades de Colombia.

realizó en Colombia y en varios países de la región, principalmente a lo largo de las décadas de los ochenta y los noventa.

Hoy el CIAF continúa difundiendo este sistema de clasificación en la asignatura Síntesis espacial biofísica, de la maestría en Geografía de la Uptc-IGAC; igualmente, en el módulo de Planificación, en los cursos de especialización en el SIG; en el módulo básico sobre Inventario de recursos, dentro de los cursos de Geomática aplicada al ordenamiento de cuencas hidrográficas; así como en el Programa de especialización en manejo de cuencas hidrográficas, adelantado por la Universidad Santo Tomás. En estas instancias académicas, este sistema se ha consolidado como una herramienta eficaz para la zonificación ecológica y la planificación del territorio. De otro lado, también se han hecho algunas aplicaciones en estudios de consultoría, entre los que se encuentran el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Paipa³, y la estructuración de la base de datos geográficos para el desarrollo de un SIG en la región del páramo de Sumapaz y sus alrededores⁴; aparte del relacionado con la elaboración de la cartografía temática del Parque Entrenubes, en el Distrito Capital de Bogotá⁵.

En el artículo se presenta secuencialmente esta metodología, y de acuerdo con el esquema del sistema fisiográfico estructurado se discuten los criterios en donde se han incluido nuevos elementos, que no modifican la organización jerárquica existente, pues se trata de propuestas de nuevas geoformas y de recomendaciones metodológicas. De igual forma, se describen estas geoformas en el sistema, unas a un nivel categórico general y otras a un nivel más detallado. Además, al final se muestran los listados de los elementos formadores de este sistema en cada categoría.

2. La fisiografía y el análisis fisiográfico

La etimología de la palabra fisiografía es *physios*=naturaleza y *graphos*=descripción; es decir, se trata de la "descripción de las producciones de naturaleza", entendiéndose por naturaleza el conjunto, orden y disposición de todas las entidades que componen el universo (Villota, 1992). Restringiendo el concepto al planeta Tierra, la naturaleza abarca el conjunto, orden y disposición de las entidades que componen el globo, tales como: la litósfera, la hidrósfera, la biósfera y la atmósfera, cuyo punto de contacto es la superficie terrestre. Por

³ IGAC. Plan de Ordenamiento Territorial Paipa 2000-2009. Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica -CIAF-. Bogotá. 2000.

⁴ IGAC. Estructuración de una base de datos geográficos para el desarrollo de un SIG en la región del páramo de Sumapaz y sus alrededores. CIAF. Bogotá. 2001.

⁵ IGAC. Cartografía temática del Parque Entrenubes (mapa de fisiografía). Convenio Departamento Administrativo del Medio Ambiente- DAMA - IGAC-CIAF. Bogotá. 2003.

consiguiente, la fisiografía no solo describe los aspectos relativos a la litósfera (relieve, materiales, edad de las formaciones superficiales, procesos morfogenéticos), como lo hace la geomorfología, sino que también describe los relativos al agua, el clima y los seres vivos.

Desde un punto de vista aplicado, la fisiografía comprende el estudio, la descripción y la clasificación de las geoformas del terreno, considerando para esto aspectos de geomorfología, geología, clima pasado y actual, hidrología e, indirectamente, aspectos bióticos (incluida la actividad humana), en la medida en que estos condicionen las características edafológicas de tales formas, o al menos en su aptitud para uso y manejo, de manera que incidan para el establecimiento del patrón de los suelos en su delineación en las fotos aéreas.

De acuerdo con Villota (1997), el análisis fisiográfico consiste en un método moderno para interpretar imágenes de la superficie terrestre, que se basa en la relación paisaje-suelo. Se asume aquí que "los suelos son perfiles tanto como paisajes", tal como afirma el Manual de levantamientos de suelos (USDA, 1951). De una parte, el suelo es un componente del paisaje fisiográfico, pero sus características morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas resultan de la interacción entre los restantes componentes de ese paisaje, tales como su relieve, sus materiales litológicos y su cobertura

vegetal; todos actuando bajo un mismo clima y en un lapso determinado.

De acuerdo con estos criterios, el análisis fisiográfico, desde su origen, ha sido reconocido y empleado por el mismo IGAC, aún hoy, como un patrón de clasificación para la caracterización de unidades de tierras y como primera aproximación al conocimiento de la complejidad de las relaciones que se suceden en el espacio geográfico y, sobretodo, en el espacio biofísico.

Bajo esta concepción, el análisis fisiográfico debe entenderse como una metodología que apunta hacia la realización de un inventario estructurado de los paisajes, que puede ser muy útil en el reconocimiento de suelos, pero aún más, en la aproximación a la zonificación ecológica, en la que se pretende el inventario y análisis de los paisajes, sus componentes y sus interrelaciones. Usualmente, un levantamiento ecológico incluye la integración de las geoformas, suelos, hidrología, cobertura y aspectos del uso de la tierra. Los principales productos son el mapa de unidades de paisaje, con su respectiva leyenda, reportes y modelos, en los que se muestran los factores más relevantes que influyen en su uso actual y futuro.

De otro lado, es preciso aclarar que el análisis fisiográfico sirve, entre otras aplicaciones, para realizar una zonificación ecológica en la fase de inventario en un plan de ordenamiento, bien sea de una cuenca hidrográfica o

de un territorio determinado. En este orden de ideas, vale la pena diferenciar esta concepción de la de zonificación ambiental. La zonificación ambiental de una cuenca busca identificar áreas territoriales de intervención que merecen un tratamiento diferenciado; constituye, entonces, la búsqueda de los matices en el conjunto, que permite una acción más eficiente y una participación local más específica en la resolución de los conflictos por el uso de recursos naturales en ella. Las conclusiones a que se llega en el proceso de zonificación ambiental de una cuenca constituyen un importante insumo adicional que debe ser tenido en cuenta, junto a otros criterios, al final, en el proceso de diseño-ejecución del Plan de Acción, para la priorización de actividades.

Una de las debilidades del análisis fisiográfico radica en que la intervención antrópica que considera esta metodología está más asociada a la descripción relacionada con la expresión fisionómica de la cobertura (usos y vegetación natural) que a la dinámica o funcionalidad, que incluye el paisaje, bajo el enfoque de la ecología del paisaje, que nace de la geografía y la ecología, en las que se estudian procesos aún más integrados, provenientes de la geografía rusa, alemana y francesa (Carl Troll, Georges Bertrand, V. Docuchaiev).

Finalmente, es preciso aclarar que en cuanto a los niveles categóricos de la clasificación fisiográfica del terreno,

el autor no ha encontrado aún razones por las cuales deba modificarse el número, nombre o concepción de cada clase, de tal manera que la estructura continúa como tal. Lo que ha cambiado básicamente es la inclusión de nuevas geoformas en tres categorías (gran paisaje, paisaje y subpaisaje), justificando en cada caso su inserción. Igualmente, en el clima se hacen algunas precisiones metodológicas.

3. Clasificación fisiográfica del terreno

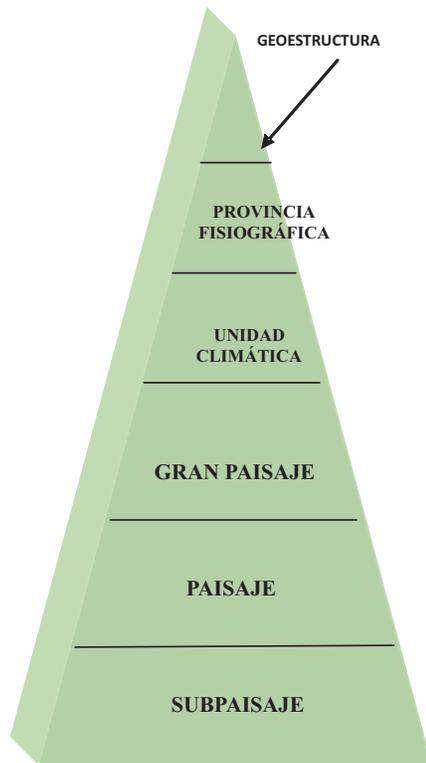
Es un sistema de clasificación que posibilita estudiar cualquier zona rural desde el punto de vista biofísico, de manera jerárquica, de lo general a lo particular; la clasificación se utiliza en el análisis fisiográfico de imágenes de sensores remotos a diferente escala y para múltiples niveles de detalle de los levantamientos en los que se utilice. De acuerdo con Villota (1992), este sistema tiene una estructura piramidal, en cuyo vértice se ubica la categoría denominada geoestructura (ver figura 1), correspondiente a los territorios geológicos mayores en un continente: cordillera de plegamiento, escudo o cratón; megacuenca de sedimentación, entre otros. Las cinco categorías o niveles jerárquicos de esta metodología son:

1. Provincia fisiográfica
2. Unidad climática
3. Gran paisaje
4. Paisaje
5. Subpaisaje

Como ya se comentó, esta estructura no presenta ningún cambio, de tal manera que sigue igual.

A continuación se definen cada una de las categorías de la clasificación

fisiográfica del terreno, exponiendo los criterios adoptados para su establecimiento y los cambios que el autor ha propuesto, y se incluye en cada caso un listado actualizado de las geoformas correspondientes.



- Megarrelieve considerado a nivel continental. Ejemplo: ORÓGENO, ESCUDO, MEGACUENCA.
- Región morfológica con características de macrorrelieve, macroclima, geología definidas. Ejemplo: CORDILLERA ORIENTAL, AMAZONÍA, ORINOQUÍA, DEPRESIÓN O VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO MAGDALENA.
- Unidad con homogeneidad en cuanto a temperatura promedio anual y humedad disponible, que determina una pedogénesis específica, la cobertura vegetal y el uso de la tierra.
- Unidad con similitud en geogénesis, clima, litología y topografía general. Las formas generales del mesorrelieve han sido originadas por procesos endógenos o exógenos; vulcanismo, erosión, disolución, deposición fluvial marina o lacustre.
- Porciones de la tierra con geogénesis específica y con igual característica en material litológico, y/o edad: ESPINAZO, CRESTA RAMIFICADA, ABANICO, TERRAZA, PLANO DE INUNDACIÓN.

Fuente. Villota (1997).

Figura 1. Sistema de clasificación fisiográfica CIAF

3.1 Provincia fisiográfica

Este es el nivel superior o de más alta generalización del sistema. Esta categoría corresponde a una región natural hoy denominada región morfológica, en la que puede prevalecer una o más unidades climáticas; está

constituida por conjuntos de unidades genéticas de relieve con relaciones de afinidad de tipo geológico, topográfico y espacial (Villota, 1997). Estas relaciones se refieren principalmente a la litología y estructuras predominantes en los relieves emergidos en la orogénesis, ligados a procesos

endógenos (tectodinámicos) que los generaron. Las relaciones topográficas se consideran a nivel de macrorrelieve, o sea, a nivel regional, mientras que las relaciones espaciales tienen que ver con la disposición de la unidad en el contexto medioambiental.

En opinión de Zinck (1987), la región es una noción muy discutida entre geógrafos y economistas; sin embargo, la mayoría está de acuerdo en distinguir tres grandes tipos de regiones: la región polarizada, la región homogénea y la región de planificación. Para fines edafológicos y de zonificación ecológica, se prefiere la región homogénea, llamada también región fisiográfica o región natural, debido a la acción predominante que ejercen los factores del medio natural en la determinación de la fisionomía. Dentro de una misma región, los grandes paisajes (categoría subsiguiente) pueden ser diferentes, pero estos guardan relaciones similares de orden geológico, hidrográfico y de relieve.

Para Colombia se han establecido las siguientes provincias fisiográficas (y algunas subprovincias) dentro de la correspondiente geoestructura (figura 2).

3.2 Estructuras geológicas y provincias (subprovincias) fisiográficas

Cordillera de plegamiento

- Cordillera Occidental
- Cordillera Central (altiplano

- nariñense, altiplano antioqueño)
- Cordillera Oriental (altiplano cundiboyacense)
- Serranía del Baudó-Darién

Escudos o cratones

- Basamento del Guainía-Vaupés y Serranía de Naquen
- Serranía de la Macarena y Chiribiquete

Megacuencas de sedimentación

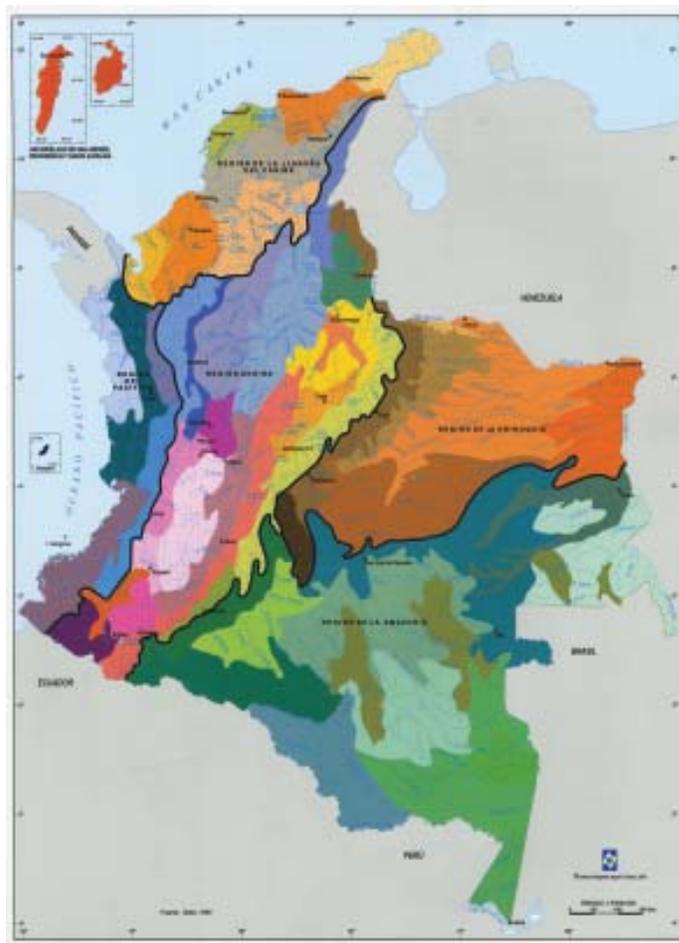
- Amazonía
- Orinoquía
- Depresión del Magdalena (Alto y Medio)
- Depresión Cauca-Patía (Altiplano de Popayán, Valle del Patía, Valle del Cauca)
- Depresión Atrato-San Juan
- Costa del Pacífico
- Costa del Caribe
- Península de la Guajira
- Depresión del Catatumbo (o Maracaibo)

En los levantamientos de suelos de nivel exploratorio y esquemático, llevados a cabo con el apoyo de imágenes satelitales (LANDSAT, SPOT) y mosaicos de radar de escalas inferiores a 1:200.000, se establecen las delineaciones cartográficas a nivel de provincias fisiográficas, ocasionalmente subdivididas en una o dos de las categorías inferiores. En levantamientos generales se recomienda mencionar al menos la provincia o provincias donde se ubica el área de estudio correspondiente (Villota, 1997).

En esta categoría, el autor aún no ha propuesto nuevas concepciones, de tal forma que continúa como tal. Sin embargo, no se descarta que se pueda tener una aproximación a los terrenos geológicos de Colombia.

Los terrenos son como fragmentos diversos de placas yuxtapuestas que conforman un mosaico de piezas soldadas

entre sí; se dividen en grupos, y estos, a su vez, los grupos, en formaciones. Los terrenos están caracterizados por poseer litología, estratigrafía, estilo estructural e historia propia, y por tener fallas como límites con los terrenos vecinos. Aludiremos aquí solo al estilo estructural, a la estratigrafía y a los límites de algunos terrenos (Duque, 2007).



Fuente: Villota (1997).

Figura 2. Estructuras geológicas y provincias fisiográficas de Colombia

3.3 Unidad climática

Es la segunda categoría del sistema de clasificación fisiográfica. Comprende aquellas tierras cuya temperatura promedio anual y humedad disponible son lo suficientemente homogéneas como para reflejarse en una génesis específica de los suelos, así como en la estructura, y en las especies vegetales y la ocupación del espacio geográfico a través del uso actual de la tierra.

La zonificación es ideal para terrenos montañosos cordilleranos de la franja intertropical con considerables diferencias en altitud, orientación y configuración de su relieve, debido a que tales características tienen fuerte incidencia sobre las diferencias de temperatura y precipitación que se suceden de un sitio a otro, a menudo en distancias muy cortas, y repercuten en la pedogénesis, la estructura de la vegetación natural y el tipo de cultivos.

Para el establecimiento de provincias o unidades climáticas basadas en la temperatura ambiental y la lluvia efectiva puede recurrirse a cualquier sistema internacional o nacional de clasificación del clima, incluso a aquellos que involucran otros parámetros climáticos, como radiación solar y vientos, entre otros (Villota, 1997).

En esencia, la temperatura y la humedad determinan el clima de cualquier zona. En los países tropicales, la temperatura se define mediante los pisos bioclimáticos, y la cartografía básica

es un buen recurso para demarcar estos límites. En efecto, se pueden tomar las planchas topográficas según la escala requerida y se resaltan sobre estas las curvas de nivel correspondientes a los límites de los pisos térmicos altitudinales (Sistema de Caldas), es decir, las de 1000, 2000, 3000 y 3400 metros; enseguida se transfieren a las fotografías aéreas o imágenes utilizadas, con ayuda de un pantógrafo óptico, un sketch máster o, a falta de estos implementos, se hace la comparación de detalles de las planchas y las imágenes satelitales (Serrato, 2007a).

Con relación a la determinación de los pisos bioclimáticos, se debe advertir que los límites mencionados no son definitivos, ya que el clima no presenta demarcaciones rígidas, ni obedece a modelos estrictamente matemáticos creados por el hombre, sino que más bien se registra de manera gradual y variable. Esto se explica por el condicionamiento que ejerce el relieve a las corrientes de convección o vientos, es decir, que el aire caliente que asciende por los cañones llegará hasta el sitio donde localmente la topografía y el grado de confinamiento lo permitan, regulando así el clima de una zona en cuanto a su temperatura y humedad.

De otro lado, la manifestación de la temperatura ocurre de manera gradual en zonas de transición; entonces, para ajustar mejor estas delineaciones es necesario emplear otros elementos de estudio, tales como la expresión que

brinda en las fotos la estructura de la vegetación estrictamente y el uso de la tierra, con lo cual esta aproximación se hace sobre una base natural más cercana a la realidad (Serrato, 2007a).

Si bien es cierto que es posible utilizar cualquier sistema de clasificación climática, esta propuesta metodológica ha adoptado una clasificación del clima que combina los pisos térmicos bioclimáticos: cálido, medio, frío, muy frío (subpáramo), extremadamente frío (páramo) y subnival; a la vez que las provincias de humedad disponible se clasifican así: perhúmedo, húmedo, semihúmedo, subhúmedo, seco, semiárido y árido; cuya estimación puede hacerse de manera cuantitativa mediante balances hídricos y la definición de índices de humedad que se calculan mediante las siguientes fórmulas:

$Im \text{ (Thorntwaite)} = (100.Exc.) - (60.defic); Ih \text{ (Lang)} = Prec.Prom.anual$ $E.T.P. \text{ (promedio. Anual)}$ $Temp.prom.anual$
--

En opinión del autor, en cuanto al tema de la humedad, es preciso señalar que la información de las estaciones meteorológicas en Colombia es escasa y apenas representativa para un sector bajo el área de influencia cercana a cada estación. Igualmente, las variaciones topográficas y la influencia local de los vientos hacen que, por ejemplo, en los cañones se presente una gran variedad de contrastes que solo

se pueden justificar y demostrar cuantitativamente con datos estadísticos, siempre y cuando se cuente con una buena red de estaciones.

También es cierto que algunas estaciones se sitúan en microclimas muy locales, cuya información no se puede extrapolar. Para solucionar este inconveniente es factible recurrir, de manera cualitativa, al tipo de vegetación como indicador climático, así como al tipo de cultivos implantados en la zona de estudio y a los rasgos causados por la erosión, toda vez que estos se pueden apreciar fácilmente en las imágenes de sensores remotos. De esta manera, el intérprete puede descifrar el comportamiento de las masas nubosas empujadas por los vientos en zonas montañosas, para explicar la presencia de microclimas locales. Asimismo, puede resultar muy valiosa la información relacionada con el número de cosechas/año de cultivos transitorios, que se puede conseguir con los habitantes de la región (Serrato, 2007a).

De acuerdo con Villota (1997), en la tabla 1 se presenta una propuesta ajustada para la clasificación del clima en tres categorías, destinada a apoyar levantamientos exploratorios (Columna 1), levantamientos generales (Columnas 1 y 2) y levantamientos semidetallados y detallados (Columnas 1 y 3). La tabla 2 muestra las unidades climáticas propias de la zona intertropical, junto con los parámetros utilizados en este contexto para su definición.

En conclusión, y dado el gran número de clasificaciones en cuanto al clima, es importante anotar que para efectos de hacer una óptima clasificación fisiográfica del terreno es necesario hacer un análisis muy cuidadoso de las relaciones que se suceden de manera

articulada entre los suelos, las coberturas, el uso de la tierra y el clima, de tal forma que se vea este procedimiento desde el punto de vista holístico para llegar a un buen resultado, independiente del sistema climático que se elija.

Tabla 1. Clasificación del clima empleada en la clasificación fisiográfica del terreno

Región climática (Caldas modificada)	Provincia climática (Ih = Lang)	Unidad climática (Ih = Thorntwaite)	Código
CÁLIDA	Lluviosa = +60 a 160 Seca = 00 a 60	Muy húmeda = >100 Húmeda = +60 a 100 Semihúmeda = +20 a 60 Subhúmeda = +00 a 20 Semiárida = -20 a 00 Árida = -40 a -20 Muy árida a desértica = <-40	CI1 CI2 CI3 CI4 Cs1 Cs2 Cs3
MEDIA	Lluviosa = + 60 a 160 Seca = 00 a 60	Muy húmeda > 100 Húmeda +60 a 100 Semihúmeda +20 a 60 Subhúmeda +00 a 20 Semiárida -20 a 00 Árida -40 a -20 Desértica < -20	MI1 MI2 MI3 MI4 Ms1 Ms2 Ms3
FRÍA	Lluviosa +60 a 160 Seca 00 a 60	Muy húmeda > 100 Húmeda +60 a 100 Semihúmeda +20 a 60 Subhúmeda +00 a 20 Semiárida -200 a 00 Árida -40 a -20 Desértica < -40	FI1 FI2 FI3 FI4 Fs1 Fs2 Fs3
MUY FRÍA	Lluviosa Seca	Ídem Ídem	SI Ss
EXTREMADAMENTE FRÍA	Lluviosa Seca	No se justifican las divisiones inferiores	PI Ss
SUBNIVAL-NIVAL	---	No se justifican las divisiones inferiores	N1/Ns

Fuente: Villota (1997).

Tabla 2. Unidades climáticas de la zona intertropical

Piso térmico altitudinal y humedad disponible	Altitud y temperatura media anual	Índice hídrico (Thorntwaite)
- Cálido perhúmedo - Cálido Húmedo - Cálido semihúmedo - Cálido subhúmedo - Cálido seco - Cálido semiárido - Cálido árido o desértico	0 - 1000 m > 24°C	> 100 60 a 100 20 a 60 00 a 20 -20 a 00 - 40 a-20 < -40
- Medio perhúmedo - Medio húmedo - Medio semihúmedo - Medio subhúmedo - Medio seco - Medio semiárido - Medio árido	1000 - 2000m 18 - 24°C	> 100 60 a 100 20 a 60 00 a 20 -20 a 00 - 40 a-20 < -40
- Frío perhúmedo - Frío húmedo - Frío semihúmedo - Frío subhúmedo - Frío seco - Frío semiárido - Frío árido	2000 - 3000 m 12 - 18°	> 100 60 a 100 20 a 60 00 a 20 -20 a 00 - 40 a-20 < -40
- Muy frío perhúmedo - Muy frío húmedo - Muy frío semihúmedo - Muy frío subhúmedo - Muy frío seco - Muy frío semiárido - Muy frío árido	3000 - 3600 m 8 - 12°C	> 100 60 a 100 20 a 60 00 a 20 -20 a 00 - 40 a-20 < -40
- Paramuno húmedo - Paramuno semihúmedo - Paramuno seco - Paramuno árido a semiárido	3600 - 4200 m 4 - 8°C	> 100 60 a 100 20 a 60 00 a 20
- Subnival y nival*	> 4200m < 4°C	-20 a 00 *

Fuente: Villota (1997).

* Carece de importancia desde el punto de vista fisiográfico-pedológico.

3.4 Gran paisaje

En términos geomorfológicos, la tercera categoría del sistema corresponde con la unidad genética de relieve o ambiente morfogenético, que, de acuerdo con la estructura de este sistema de clasificación fisiográfica, debe estar cubierta jerárquicamente por una unidad climática. Bajo las condiciones anteriores, el gran paisaje comprende complejos de paisajes con relaciones de afinidad de tipo climático, geogenético, litológico y topográfico (Villota, 1997).

La afinidad geogenética implica que la morfología del relieve se debe a los procesos geomorfológicos endógenos o exógenos mayores, tales como: plegamiento, volcanismo, denudación, sedimentación fluvial linear torrencial, sedimentación-erosión simultánea, sedimentación fluvial tranquila por desbordamiento lateral o sedimentación fluvial por diseminación (Villota, 1997). El parentesco litológico se entiende a nivel de grupos de rocas: sedimentarias, volcánicas, plutónicas y metamórficas. Por su parte, las relaciones topográficas se dan a nivel de mesorrelieve y hacen referencia a la morfología general del relieve ligada a su origen. Esta última categoría suele corresponder al nivel de clasificación fisiográfica más bajo en los levantamientos de suelos de nivel exploratorio.

Según las reformas hechas a esta clasificación fisiográfica, son nueve los

nombres básicos de los grandes paisajes: relieve montañoso, relieve colinado o lomerío, altiplanicie, altiplano, altillanura, superficie de aplanamiento, piedemonte, planicie o llanura y valle (agradacional). No obstante, el número real de grandes paisajes puede ser mayor en razón del ambiente morfogenético específico o de la sucesión de ambientes morfogenéticos bajo los que se han originado y han evolucionado hasta el presente. Estas subdivisiones se muestran en la tabla 3.

3.4.1 Criterios de diferenciación

Según Villota (1997), el reconocimiento de grandes paisajes sobre fotografías aéreas, mosaicos de radar e imágenes de satélite debe tener presente las siguientes características diferenciadoras:

- a) Que constituyan unidades geográficas independientes y claramente definidas con relación a las unidades circundantes.
- b) Que sean de extensión regional, con decenas de kilómetros de superficie o longitud (como el caso de los valles).
- c) Que conserven en un 50% o más de su extensión los rasgos morfológicos originales, a pesar de haber sido afectados por procesos activos de denudación. Una antigua altiplanicie o un piedemonte fuertemente disectados, quizá conformen hoy un lomerío.

Tabla 3. Grandes paisajes y su subdivisión por ambientes morfogenéticos

Gran paisaje	Ambiente morfogenético
Relieve montañoso	Glaciárico, glacifluvial, glacio-estructural, glacio-volcánico, estructural-erosional, volcano-erosional, fluvio-erosional
Relieve colinado (lomerío)	Disolucional, fluvio-erosional, volcano-erosional, disolucional.
Altiplanicie	Estructural-erosional, volcánica
Altiplano	Lacustre, fluvio-lacustre, hidro-volcánico
Altillanura	Aluvial, aluvio-diluvial
Superficie de aplanamiento	Denudacional-residual
Piedemonte	Aluvial, coluvial, diluvial, aluvio-coluvial, aluvio-diluvial, coluvio-diluvial, glaci-fluvial, fluvio-volcánico
Planicie o llanura	Marina, lacustre, aluvial, fluvio-marina, fluvio-lacustre, eólica, volcánica
Valle	Aluvial, glacial, glaci-fluvial, aluvio-coluvial, aluvio-diluvial, coluvial, fluvio-volcánico

Fuente: modificado de Villota (1997).

3.4.2 Clases nuevas propuestas en este nivel

Si bien es cierto que los lineamientos metodológicos y conceptuales que han construido esta metodología fueron cimentados gracias a los aportes de los profesores Hugo Villota y Pedro Botero, el autor ha segregado el gran paisaje del altiplano y la altillanura de la altiplanicie. En efecto, etimológicamente estas tres palabras pueden resultar similares, sin embargo, en términos geomorfológicos su génesis, sustrato e incidencia en los paisajes, los suelos e, incluso, la vegetación ameritan su discriminación.

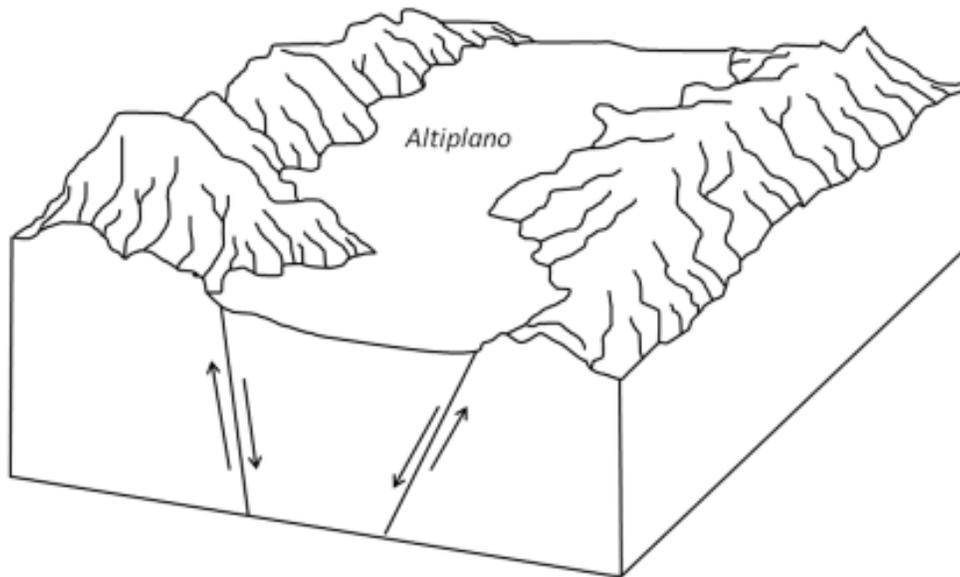
◆ Altiplano

Es una unidad genética de relieve de extensión regional, con configuración plana y elevada que se origina a partir de depresiones o fosas de origen tectónico (graven), resultantes de los diferentes procesos endógenos de plegamiento, vulcanismo, fallamiento y posterior levantamiento, y que luego fueron ocupadas por lagos, desde el final del Terciario y durante el Cuaternario, con lo que fueron rellenas por material bien sea de origen lacustre, aluvial piroclástico, sedimentario, glaciar o glaci-fluvial, aparte de torrencial.

En estudios realizados por el autor en el departamento guatemalteco de Chimaltenango, el fallamiento del neógeno (falla de Guacalate) y posterior levantamiento crearon una fosa tectónica que luego en el Pleistoceno se rellenó con material piroclástico del tipo pómez y tephras, lo que produjo un altiplano con modelado muy suave y confinado entre montañas volcánicas (ver figura 3).

En la actualidad, muchos de los altiplanos ya no alojan cuerpos de agua, pues se han desecado de manera natural y por la intervención humana, si se

tiene en cuenta que son terrenos con una buena oferta ambiental hídrica y edáfica, lo que incide en su alta ocupación desde tiempos prehispánicos. Estos altiplanos han estado sometidos, durante varios periodos y con intensidades diversas, al ataque gradual del conjunto de procesos degradacionales, incluida una fuerte meteorización, aparte de desarrollo pedogenético y, posteriormente, la erosión fluvial, hasta transformar su morfología inicial, subdividiéndolos en porciones menores separadas por valles y cañones, o bien disectándolos mediante una intensa red de drenajes.



Fuente: Serrato (2007b).

Figura 3. Disposición del gran paisaje de altiplano hidro-volcánico en una fosa tectónica

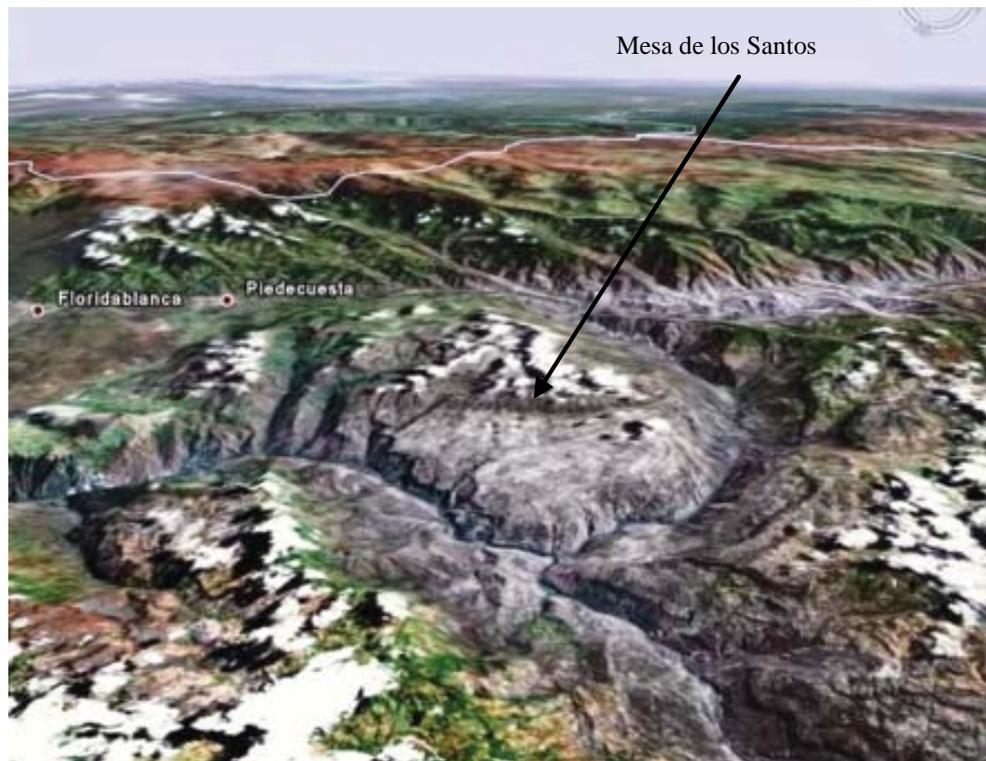
Ríos y Flórez (2000, citado por Flórez, 2003) inventariaron estos altiplanos en Colombia según su estadio evolutivo. Por ejemplo, en un estadio lacustre se encuentran los altiplanos de Guamués, en Pasto (Nariño), y Tota, en Aquitania (Boyacá); donde el proceso de sedimentación ocurre en los bordes. Igualmente, estos autores han reportado la reciente sedimentación de otros, con algunos pantanos y lagunas residuales, tales como el altiplano Cundiboyacense, localizado en las ciudades de Tunja, Duitama y Sogamoso (en Boyacá) y Bogotá (Cundinamarca); Sibundoy, en Putumayo; La Lejía, en Pamplona (Norte de Santander); La Magdalena, en San Sebastián (Cauca); El Estero, en Pasto (Nariño); Berlín, en Tona (Santander); Gabriel López-Totoró, en Totoró (Cauca); Paletará, en Paletará (Cauca), y Balsillas (Huila). Finalmente, Flórez (2003) relaciona los altiplanos ya sedimentados, en los que la red de drenaje ejerce una disección apreciable y con síntomas de degradación, a saber: las Papas, en San Sebastián (Cauca); Santa Rosa, en Santa Rosa de Viterbo y Cerinza (Boyacá); Pasto, en Nariño; Túquerres, en Túquerres e Ipiales (Nariño).

◆ Altiplanicie

Es una antigua planicie estructural puesta en posición alta, generalmente, por efecto tectónico, lo que ocasiona un encajamiento de los cursos de agua; está constituida, en mayor medida, por el plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre y que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales, a pesar de haber sido afectadas en diverso grado por los procesos de denudación. Son elevaciones con algunos basculamientos que involucran formaciones sedimentarias o volcánicas estratificadas de diferente edad, que han conservado una estructura tabular. La erosión ha afectado tanto estas geoformas que se han convertido en cerros, mesas, serranías o tepuis⁶.

Las altiplanicies más importantes de Colombia son: la Mesa de los Santos, en Los Santos (Santander) (figura 4); la Mesa de Ruitoque, en Floridablanca y Girón (Santander); las serranías de La Macarena, en Vista Hermosa (Meta); Araracuara, en la población del mismo nombre (Amazonas); Angosturas, en Caquetá, y Chiribiquete, en el Rosal y Dos Ríos (Guaviare).

⁶ El **tepuy** es una meseta especialmente abrupta, con paredes verticales y cimas muy planas, compuesta de cuarcitas y areniscas con algunos lechos delgados de pizarra, característicos del denominado Escudo de las Guayanas, principalmente en la zona de la Gran Sabana venezolana. Igualmente es posible encontrar estas singulares formaciones en menores cantidades en límite con los países vecinos, como Guyana, Brasil y Colombia. Su nombre proviene de una voz del idioma indígena pemón, que significa *montaña* o *morada de los dioses* (Wikipedia).



Fuente: Google Earth (2006).

Figura 4. Gran paisaje de altiplanicie en la denominada Mesa de los Santos (Santander)

◆ **Altilanura**

Es una extensión territorial amplia y relativamente plana, pero caracterizada por el entalle de valles encajados o de cañadas. Se trata, por lo tanto, de un antiguo piedemonte constituido por sedimentos no consolidados, puesto en posición alta casi siempre por efecto tectónico, lo que ocasiona un encajamiento de los cursos de agua.

El conjunto mantiene una topografía tabular o ligeramente ondulada. Con este término se conoce la gran porción de terreno elevado, ubicado al oriente y sur del río Meta, limitando al sur con el río Guaviare y al oriente con el río Orinoco, esto es, cubre los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán (Meta), como lo refleja la figura 5, y Puerto Carreño (Vichada).

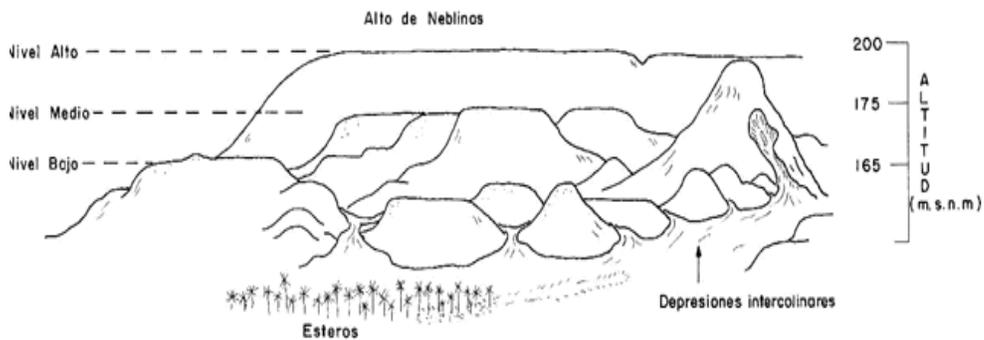


Figura 5. Gran paisaje de altillanura en Puerto Gaitán (Meta)

En cuanto a la génesis de este gran paisaje, es importante agregar que el patrón de sedimentación en el antiguo piedemonte de la cordillera Oriental fue típicamente fluvial; comprendía una vasta llanura que se extendía por el oriente hasta el río Orinoco, y por el sur hasta el río Guaviare o Vaupés. Durante y después de su depositación, estos sedimentos fueron afectados por movimientos tectónicos muy recientes y menores que ocasionaron cambios en los patrones de drenaje y discordancias en los niveles de terraza. Al suroeste, entre Villavicencio, San Martín y el río Metica, ocurrieron dos series de fallas locales, unas con dirección W-E y otras con dirección NE-SW, razón por la que las terrazas que se presentan en esta área no guardan una correlación absoluta entre la edad y los niveles (Goosen, 1971; Botero y López, 1982).

En este sentido, el río Metica, desde su nacimiento hasta el Alto de Menegua, sigue una traza de falla en sentido NE-SW, constituyéndose así en

el límite oriental de la zona de hundimiento. Mas adelante, esta misma arteria fluvial, convertida en el río Meta, cambia su trayectoria en sentido WE hasta los límites con Venezuela, corriendo a lo largo de una falla que marca el límite sur de la zona hundida de la Orinoquía.

Como efecto de pequeños movimientos tectónicos, los primeros sedimentos de la cuenca provienen de la cordilla Central, por lo tanto, es posible que al ser levantados algunos "bloques" de la Orinoquía y la Amazonía, estos primeros sedimentos hayan sido exhumados y estén formando parte de los materiales parentales de suelos actuales en algunas localidades. Como resultado de los movimientos tectónicos ha quedado una serie de escarpes de falla, cuya variación oscila entre diez y sesenta metros, tales como los localizados inmediatamente al este del río Meta y el este del río Manacacías: altos de Menegua, en Puerto López, y Neblinas, en Puerto Gaitán, respectivamente.

3.5 Paisaje fisiográfico

Corresponde al cuarto nivel de generalización del sistema y es la unidad fisiográfica fundamental de los levantamientos semidetallados, tanto generales como exploratorios de suelos, por cuanto es a este nivel que se definen las clases de suelos (taxones), con características y propiedades comunes; de igual manera, en este nivel es donde se esperan comunidades vegetales relativamente homogéneas o usos similares de la tierra (Villota, 1997).

El paisaje fisiográfico no debe confundirse con el paisaje geomorfológico u otras concepciones de paisaje. Se establece como una categoría subordinada a un gran paisaje con base en su morfología específica, que ha sido determinada por los procesos tecto y morfodinámicos activos, a la cual se le adicionan como atributos diferenciadores el material(es) litológico(s) subyacente(s) o la edad; esta última en términos relativos (muy antiguo, antiguo, subreciente, reciente, subactual, actual) o en términos de niveles (superior, medio, inferior), como sería el caso de las terrazas.

Por consiguiente, esta clase de paisaje comprende porciones tridimensionales de la superficie terrestre, resultantes de una misma geogénesis y que pueden ser descritos en términos de iguales características climáticas, morfológicas, de material litológico y de edad, en las que puede esperarse una alta homogeneidad pedológica, así

como una cobertura vegetal o un uso de la tierra similares.

En los paisajes fisiográficos de carácter depositacional (volcánicos, diluviales, aluviales, etc.) se usan como atributos unos criterios morfo-cronológicos diferenciadores, bien sea en términos de edad relativa o de niveles. En los paisajes de cordilleras, serranías y superficies colinadas se utilizan materiales litológicos, y, en ocasiones, la edad relativa (muy antiguo, antiguo, subreciente, reciente, sub-actual, actual) también se usa como atributo de esos paisajes.

De la anterior versión de este sistema de clasificación, descrita en Villota (1997), se conservan muchos de los paisajes que se incluyen en los listados de esta categoría; sin embargo, en el caso de los cañones se adquiere mayor definición conceptual y entendimiento en Serrato (2007a), posibilitando establecer sus límites, morfometría, clases y geoformas en el interior de estos paisajes fisiográficos.

Los cañones en este nivel categórico

Los cañones siempre han estado incluidos en este nivel categórico, solo que rara vez se aplican en la clasificación fisiográfica del terreno, dado que tanto su definición como su reconocimiento son muy ambiguos en la comunidad científica y académica, especialmente en el territorio colombiano. Son escasos los cañones que se mencionan, salvo el cañón del río Chicamocha

(Santander), por ser el más grande y espectacular; además del cañón del río Juanambú (entre los departamentos de Cauca y Nariño), por sus fuertes pendientes y paisaje insondable, que impresionan a la vista.

Sabido el vago conocimiento acerca de los cañones en Colombia, se adelantó una investigación al respecto que permitió conceptualizar su significado y los criterios y factores relevantes para la posterior clasificación y zonificación geomorfológicas, con el fin de conocer las relaciones funcionales de dichas geoformas con la ocupación del espacio geográfico. Algunos elementos conceptuales nuevos para el estudio de los cañones, son:

◆ Criterios de clasificación de los cañones

Para estructurar la propuesta de clasificación se pueden seleccionar los criterios morfométricos (profundidad, área de la sección), de morfoestructura y morfodinámica (control estructural, litología, procesos y morfología).

El criterio morfométrico es quizá el más generalizado en la descripción y reconocimiento de los cañones, como quiera que es el más evidente y lo que más atrae a científicos y turistas en el mundo entero. Para tal fin se habla de parámetros tales como profundidad, ancho, longitud y base. A fin de establecer si un valle de montaña puede ser considerado un cañón, se ha propuesto el índice de disección I_d , que

resulta de dividir la profundidad sobre el ancho. En este sentido, si dicho índice tiene un valor entre 0,17 y 2,86, el valle será un cañón; si el índice es mayor a 2,86 se puede hablar de un valle de montaña ligeramente disectado; pero si es menor de 0,17 sería considerado un barranco (Serrato, 2007a).

Otro criterio que puede servir como elemento clasificador de los cañones es la geología, toda vez que el proceso de disección de la red de drenaje para formar los cañones ocurre sobre el esqueleto que forman las cordilleras, influenciado por la litología, las estructuras y la litología. En este criterio se pueden emplear variables tales como morfoestructura, control estructural y litología (Serrato, 2007a).

Con estos atenuantes se puede hacer una clasificación de cañones en Colombia, tal como se muestra en la tabla 4.

◆ Definición de cañón

De acuerdo con los criterios comentados, la definición estructurada de los cañones es:

Los cañones son geoformas resultantes de la disección profunda de una red fluvial, acompañada de procesos de remoción en masa, como consecuencia del efecto combinado de tectogénesis y cambios climáticos, hasta el punto de generar sectores en catena con una ocupación diferencial del espacio.

Tal definición atiende más a la génesis que a la morfología, aunque es neutra, dado que no habla de un sitio geográfico en especial, como lo hacen otros autores, ni se restringe a un determinado tipo de sustrato o ambiente morfogenéticos. En síntesis, de acuerdo con los criterios analizados, un cañón debe necesariamente cumplir con los siguientes parámetros:

- ◆ Evolución de sectores geomorfológicos diferenciables
- ◆ Profundidad mayor de 100 metros y un índice de disección entre 0,17 y 2,86

- ◆ Pendientes en su conjunto entre 35° y 85°

- ◆ Una ocupación diferencial, en los casos donde el hombre ha colonizado

Se establece un mínimo de tres sectores geomorfológicos, teniendo en cuenta que el cañón es lo suficientemente evolucionado como para originar al menos una secuencia en catena⁷. Estos sectores se analizarán dentro del nivel categórico del subpaisaje.

⁷ Catena (del latín: catenae). Tal como lo expone Scheidegger (1987), este es uno de los principios fundamentales de la evolución del paisaje, la cual establece que el paisaje total (en este caso las vertientes de los cañones) está compuesto por una secuencia de elementos morfológicos que ocurren de manera secuencial y que se relacionan entre sí.

Tabla 4. Propuesta de clasificación de cañones en Colombia

criterio	Parámetro	Clases	Especificaciones	Ejemplos de cañones
Morfométrico	Profundidad (m)	Ligeramente profundos	100 - 500	Chupepe, Reyes Truandó, Curiche
		Profundos	500- 1000	Palomino, Don Diego, Buritaca
		Muy profundos	> 1000	Chicamocha, Patia, Cauca
	Área de la sección (km ²)	Pequeños	< 500	Don Diego, San Jorge, Verde
		Medianos	500 -1000	Sinú, Penderisco, Suárez
		Extensos	1000- 4000	Cauca, Guáitara, Chicamocha
Geológico	Morfoestructura	Sinclinal	Siguiendo el eje	Seco, Guadero, Sumapaz
		Anticlinal	En comba excavada	Suárez, Iguaque, Chontales
		Homoclinal	En estratos inclinados	Suárez, Catatumbo
		En fosa	En depresión de bloques fallados	Cauca, Chicamocha
	Control estructural	Lineales	Más del 80% de su distancia siguiendo una falla	Porce, Nus
		No lineales	< 30% de control	Guarínó, Pasto
	Litología	Escalonados	En estratos sedimentarios horizontales o flujos volcánicas	Chicamocha (Villanueva), Suárez, Fonce
		En V	En rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.	Juanambú, Gualí Cauca, Patía, Pasto
	Compuestos		Complejo de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.	

Fuente: modificado de Serrato (2007a).

Para dar una idea de las posibilidades que encuentra un intérprete en el sistema de clasificación fisiográfica del terreno, la tabla 5 incluye un listado de los principales paisajes fisiográficos de las zonas intertropicales, dentro de sus

respectivos grandes paisajes, donde se incluyen los cañones, entre otros. Cada paisaje está circunscrito a un gran paisaje, del que se puede originar; por tal razón, la tabla 5 está estructurada por secciones y en varias hojas.

Tabla 5. Paisajes fisiográficos contenidos en cada gran paisaje

Gran paisaje	Paisaje
1. Relieve montañoso estructural-erosional	<ul style="list-style-type: none"> - Montaña anticlinal simple - Montaña anticlinal compuesta - Sinclinal colgante - Domo - Cresta homoclinal - Crestón homoclinal - Cuesta homoclinal - Espinazo homoclinal - Barras homoclinales - Cañón, cañada o barranco, escarpe mayor - Vallecito coluvial - Coluvio, glacis coluvial - Pedimento, glacis de erosión - Cañón
2. Relieve montañoso dislocado	<ul style="list-style-type: none"> - Pilar o horst - Fosa rift o graben - Cañón - Cañada - Escarpe mayor
3. Relieve montañoso volcánico-erosional	<ul style="list-style-type: none"> - Cono estravolcánico - Volcán escudo - Cúmulo -domo - Domo-tapón, neck - Cono de escorias - Cono de piroclástios reciente - Cono de piroclástios subreciente - Cono de piroclástios antiguo - Colada de lava actual - Colada de lava reciente - Colada de lava antigua - Colada de lahar - Cono de lavas - Barranco, cañada - Manto de piroclástios - Cañón

(Continúa)

(Tabla 5. Continuación)

Gran paisaje	Paisaje
4. Relieve montañoso glaciárico, glacio-volcánico, glacio-estructural, glaci-fluvial	<ul style="list-style-type: none"> - Cumbre de artesas o cumbre alpina - Campo de morrenas - Campo de drumlins - Colada de geliflucción - Cono o talud de derrubios (de gelifracción) - Abanico proglaciario o glaci-fluvial - Superficie de acanalamiento - Artesa glaci-fluvial - Cañón
5. Relieve montañoso disolucional, estructural-disolucional	<ul style="list-style-type: none"> - Cerros cársicos, carst cónico - Poljes o poljas - Torres-laberintos cársicos - Cañón, cañada - Carso copular - Campo de depresiones cársticas - Cañón
6. Relieve montañoso fluvio-erosional	<ul style="list-style-type: none"> - Crestas ramificadas, montañas ramificadas - Bad-lands, campo erosionado - Escarpe mayor - Colinas - Lomas - Peniplano - Pedimento - Colinas concordantes - Cañón, cañada, barranco - Lomas concordantes - Vallecito cóncavo - Vallecito plano-cóncavo - Vallecito indiferenciado - Coluvio - Cono coluvial - Cañón
7. Relieve colinado o lomerío estructural-erosional	<ul style="list-style-type: none"> - Loma anticlinal - Sinclinal colgante - Cresta homoclinal - Barras homoclinales - Espinazo homoclinal - Domo - Vallecito cóncavo - Vallecito plano cóncavo - Pedimento - Glacis coluvial

(Continúa)

(Tabla 5. Continuación)

Gran paisaje	Paisaje
8. Relieve colinado volcano-erosional	<ul style="list-style-type: none"> - Cúmulo-domo - Domo-tapón - Cono de escorias, actual, reciente, antiguo - Colada de lava actual, reciente, subreciente - Colada de lahar - Conito de lavas - Manto de piroclásticos
9. Relieve colinado glaci-fluvial	<ul style="list-style-type: none"> - Campo de morrenas - Campo de drumlins - Eskers - Superficie de acanalamiento - Colada de gelifusión
10. Relieve colinado disolucional	<ul style="list-style-type: none"> - Campo de depresiones cársticas - Carso cónico - Carso copular - Carso de torres-laberintos - Poljes
11. Relieve colinado fluvio-erosional	<ul style="list-style-type: none"> - Colinas ramificadas - Colinas, lomas - Bad-lands, tierras erosionadas - Glacis coluvial - Vallecito cóncavo - Vallecito plano-cóncavo
12. Altiplanicie: estructural, volcánica, marina, fluvio-marina, lacustre, fluvio-lacustre, hidrovolcánica	<ul style="list-style-type: none"> - Cuesta homoclinal - Mesa, - meseta - Colinas - Cañón - cañada - escarpe mayor - Loma - Peniplano - Superficie abancalada (Slump) - Bad-lands - Bute, colina residual - Pedimento - Vallecito cóncavo - Vallecito plano-cóncavo
13. Altiplanicie disolucional	<ul style="list-style-type: none"> - Mesa, meseta - Lomas, cerros cársticos - Torres-laberintos cársticos - Campo de depresiones cársticas - Cañón, cañada, escarpe mayor - Superficie abancalada

(Continúa)

(Tabla 5. Continuación)

Gran paisaje	Paisaje
14. Altiplano	<ul style="list-style-type: none"> - Plano de inundación - Terraza agradacional, nivel inferior - Terraza agradacional, nivel medio - Terraza agradacional, nivel superior - Terraza erosional, nivel superior - Terraza erosional, nivel 2 - Terraza erosional, nivel 3 - Terraza erosional, nivel 4 - Terraza erosional, nivel 5 inferior - Plano de inundación de río trenzado - Plano de inundación de río meándrico - Glacis coluvial - Cono de deyección - Abanico aluvial - Lomas - Colinas
15. Altillanura	<ul style="list-style-type: none"> - Mesa - meseta - Colinas - Escarpe mayor - Loma - Vallecito - Campo de médanos, dunas
16. Superficie de aplanamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Peniplanos - Lomas concordantes - Colinas concordantes - Cañón - Escarpe mayor - Cerros residuales, monte-isla, inselberg - Vallecito cóncavo - Vallecito plano-cóncavo - Pediplano, pedimento - Glacis de erosión - Bajada - Glacis mixto (erosión - acumulación) - Wadi, vallecito seco - Playa
17. Piedemontes: aluvial, aluvio-coluvial; diluvio-coluvial; diluvial; diluvio-aluvial; glaci-fluvial	<ul style="list-style-type: none"> - Abanico - Abanico actual - Abanico subactual - Abanico reciente - Abanico subreciente - Abanico - terraza antiguo

(Continúa)

(Tabla 5. Continuación)

Gran paisaje	Paisaje
	<ul style="list-style-type: none"> - Abanico - terraza muy antiguo - Abanico de lodo - Abanico deltáico - Abanico proglaciario - Bad-lands Cañón - Abanico de lodo y aluviones - Colada de lodo - Colada de lahar - Colinas - Lomas - Coluvio, cono aluvial - Cono o talud de derrubios - Cono de deyección - Glacis coluvial - Vallecito plano-cóncavo - Escarpes de abanico
18. Planicie o llanura aluvial	<ul style="list-style-type: none"> - Plano de inundación de río trenzado - Plano meándrico de inundación - Plano de desborde, fluvio-deltáico - Terraza - Terraza agradacional, nivel 1 superior - Terraza agradacional, nivel 2 - Terraza agradacional, nivel 3 - Terraza agradacional, nivel 4 - Terraza agradacional, nivel 5 - Terraza agradacional, nivel 6 - Terraza agradacional, nivel 7 - Terraza agradacional, nivel 8 - Terraza agradacional, nivel 9 inferior - Escarpes de terraza
19. Planicie marina, lacustre	<ul style="list-style-type: none"> - Delta arqueado, lobulado, aguzado - Delta digitado - Estuario - Plano de marea - Plataforma costera, plano litoral - Plataforma de abrasión - Terraza litoral - Terraza litoral inferior - Terraza litoral media - Terraza litoral superior - Acantilado, cantil - Arrecife coralino

(Continúa)

(Tabla 5. Continuación)

Gran paisaje	Paisaje
20. Planicie eólica	<ul style="list-style-type: none">- Campo de arena, mar de arena- Campo de médanos, dunas- Manto de loess
21. Planicie glaciárica	<ul style="list-style-type: none">- Plano de ablación- Superficie acanalada- Delta kame- Esker- Drumlins- Campo de morrenas
22. Valle aluvial; coluvio-aluvial; coluvial; glaci-fluvial; fluvio-volcánico	<ul style="list-style-type: none">- Plano de inundación- Terraza agradacional, nivel inferior- Terraza agradacional, nivel medio- Terraza agradacional, nivel superior- Terraza erosional, nivel superior- Terraza erosional, nivel 2- Terraza erosional, nivel 3- Terraza erosional, nivel 4- Terraza erosional, nivel 5 inferior- Plano de inundación de río trenzado- Plano de inundación de río meándrico- Glacis coluvial- Cono de deyección- Abanico aluvial- Lomas- Colinas

Fuente: Villota (1997).

3.6 Nivel categórico de subpaisaje

Es la última categoría del sistema y corresponde a una división de los paisajes fisiográficos, hecha para propósitos prácticos relacionados con el uso y manejo de los suelos. Puede ser correlacionada con la llamada forma del terreno del sistema de clasificación de Zinck (1987) sobre clasificación del relieve.

En efecto, Zinck (1987) define la forma del terreno como un nivel categórico

en el que se hace referencia a la posición geomorfológica específica, describiendo su forma (morfografía), origen (morfogénesis), las eventuales transformaciones que ha sufrido (morfodinámica) y la edad relativa frente a las geofomas contiguas (morfofocronología).

Este nivel categórico se establece generalmente recurriendo a criterios morfométricos, como la posición dentro del paisaje (cima, ladera, rellano, ápice, cuerpo, albardón, basín, orillares),

calificada con uno o más atributos relacionados con los procesos morfogenéticos activos, a saber:

- La forma o grado de la pendiente (ver clases de pendientes de USDA⁸ o FAO⁹)
- Tipo y grado de la erosión acelerada-remoción en masa
- Clase de condición de drenaje (en llanuras)

Es posible establecer esta categoría en levantamientos generales, semidetallados y detallados, que se apoyan en la interpretación de fotografías aéreas de escala 1:100.000 y mayores, sobre todo cuando la extensión de dichos subpaisajes es considerablemente extensa o mapeable. Sin embargo, es casi imposible delinear estas geoformas mediante interpretación monoscópica de imágenes de RADAR y satelitales de los programas LANDSAT, SPOT e IKONOS, dado que no se pueden apreciar de manera tridimensional.

Cuando los subpaisajes resultan de la división de un paisaje fisiográfico homogéneo en su composición litológica, solo reflejan diferentes condiciones para el manejo de los suelos; en cambio, cuando proceden de la subdivisión de un paisaje con material parental complejo, es posible que el contenido pedológico cambie un poco.

De otra parte, a nivel de subpaisaje se han incluido las geoformas encontradas por Serrato (2007a), pertenecientes al paisaje de los cañones, clase considerada desde la versión anterior en Villota (1997), pero que no indicaba subdivisiones dentro de estos. Estas son: gargantas, vertientes cóncavas de retroceso, vertientes residuales convexas y cuchillas de disección mayores.

En la tabla 6 se incluye un listado de los subpaisajes de mayor ocurrencia dentro de cada gran paisaje. Se sugiere al lector interesado en el tema explorar las características morfogenéticas y morfográficas de los paisajes en Villota (2005), u otro texto relacionado.

Elementos nuevos en este nivel categórico

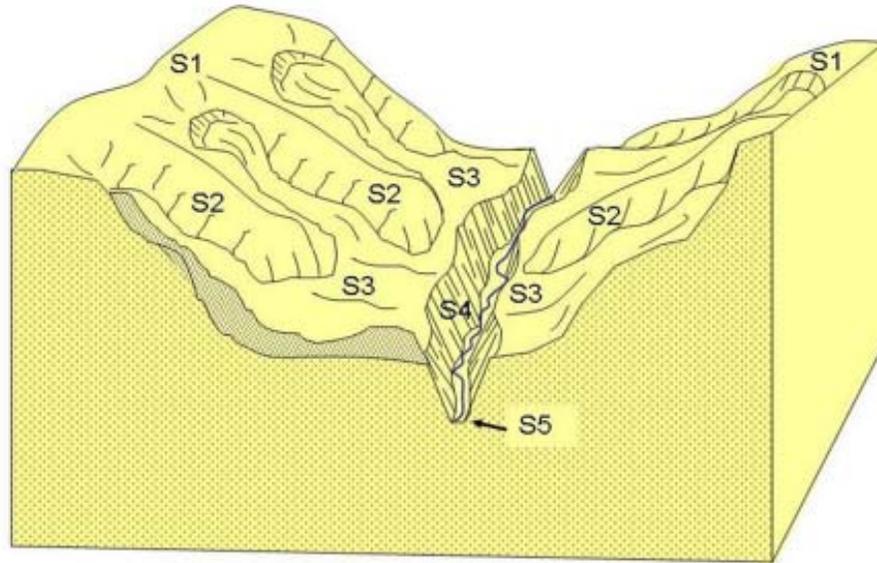
Como ya se indicó, en los cañones se han propuesto nuevas geoformas, a saber:

- Cuchillas de disección S1: Hacen referencia a la parte superior de un sistema montañoso. Pueden ser agudas, subagudas o semirredondeadas de configuración convexa. Normalmente, son confundidas con lomas cuando los cañones son labrados a partir de una superficie de aplanamiento o una altiplanicie. Para el

⁸ USDA es la sigla de United States Department of Agriculture. La referencia alude a USDA, 1993.

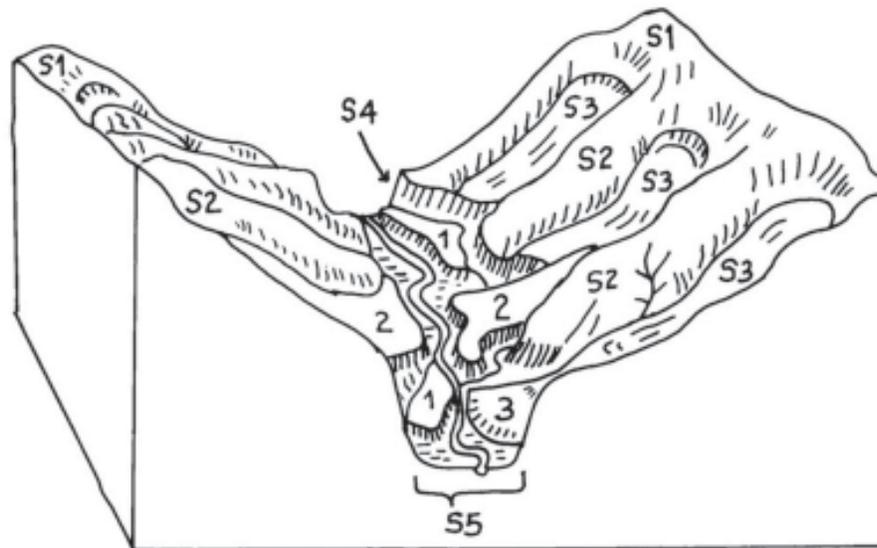
⁹ FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. La referencia alude a Goosen, 1968.

- caso colombiano, esta expresión es muy común entre los pobladores del área rural y algunos técnicos (figura 6).
- Vertientes convexas residuales S2: Son superficies inclinadas hacia la base del cañón, razón por la que presentan un relieve convexo y prominente, pero rebajado, producto de la erosión, situación que se traduce en el modelado y evolución actual y con suelos superficiales (figura 6).
 - Vertientes cóncavas de retroceso S3: Son geoformas de topografía suave y forma cóncava, en las que suelen acumularse los productos de la denudación de las vertientes convexas residuales. En consecuencia, es frecuente encontrar abundante rocosidad, así como pedregones en la superficie, y que los suelos sean más profundos dentro del cañón.
 - Gargantas S4: Se relacionan con una geoforma estrecha de paredes abruptas o superficies verticales, generalmente rocosas e influenciadas por la acción fluvial lateral del río que drena al cañón.
 - Lecho del río S5: Es la geoforma que tiene contacto directo con el río. Es casi siempre estrecha y de fondo plano, aunque de igual manera puede ser escalonada, lo que causa turbulencia en forma de torrentes. Asimismo, es susceptible a inundaciones periódicas, y en ciertos tramos puede ensancharse permitiendo la ocurrencia de otras geoformas asociadas, tales como vegas, orillares, islotes, aparte de algunas sobrevegas.
- Igualmente, el lecho del río suele coincidir con un eje de fracturación de una falla, está compuesto por afloramientos rocosos y es afectado por disección activa o erosión fluvial.
- Casi en todos los cañones existen otras geoformas menores asociadas a las anteriores, tales como las terrazas, los conos-terrazza y los conos de confluencia; las cuales se han originado por eventos catastróficos ocurridos principalmente en el Pleistoceno y cuyos vestigios, materializados en estas geoformas, se mantienen de manera transitoria dentro del cañón, debido a condiciones muy particulares (figura 7).



Fuente: Serrato (2007a).

Figura 6. Sectores geomorfológicos a nivel de subpaisaje en un cañón



Fuente: Serrato (2007a).

Figura 7. Ubicación de otras geformas en los cañones: 1 Terrazas, 2 Conos-terrazza y 3 Conos de confluencia

Tabla 6. Ocurrencia de subpaisajes de acuerdo con los grandes paisajes fisiográficos

Gran paisaje fisiográfico	Subpaisaje
1. En relieve montañoso y colinado estructural	<ul style="list-style-type: none"> - Cima o cumbre convexa - Ladera estructural o de buzamiento - Escarpe, cornisa - Contrapendiente, ladera erosional - Ladera subestructural - Chevrón o flatirón - Cuchillas de disección - Vertientes cóncavas de retroceso - Vertientes residuales convexas - Garganta - Lecho de río estrecho
2. En relieve montañoso dislocado	<ul style="list-style-type: none"> - Cima irregular - Cima tabular - Cima convexa - Escarpes de la falla - Laderas erosionales - Cuchillas de disección - Vertientes cóncavas de retroceso - Vertientes residuales convexas - Garganta - Lecho de río estrecho
3. En relieve montañoso y colinado volcánico	<ul style="list-style-type: none"> - Cráter - Pared de caldera - Fondo de caldera - Cima o cumbre - Hombro o ladera superior - Ladera intermedia - Falda o repié, ladera inferior - Rellano, resalto - Barranco, ravín - Circo de deslizamiento activo - Circo de deslizamiento estabilizado - Deslizamiento rotacional, sup. Abancalada - Cuchillas de disección - Vertientes cóncavas de retroceso - Vertientes residuales convexas - Garganta - Lecho de río estrecho

(Continúa)

(Tabla 6. Continuación)

Gran paisaje fisiográfico	Subpaisaje
4. En relieve montañoso y colinado fluvio-erosional	<ul style="list-style-type: none"> - Laderas (en general) - Cima - Ladera superior - Ladera media - Ladera inferior - Rellano o resalto - Circo de deslizamiento - Deslizamiento rotacional - Escarpe menor - Cuchillas de disección - Vertientes cóncavas de retroceso - Vertientes residuales convexas - Garganta - Lecho de río estrecho
5. En cumbres glaciáricas	<ul style="list-style-type: none"> - Olla u ombligo - Depresión pantanosa - Hombreira - Laderas (rocosas o no) de circo y artesa - Morrena lateral, central - Morrena terminal, arco morrenico - Morrena de fondo, de abrasión - Morrena latero-terminal - Fondo de circo y artesa - Laderas (en general) - Cuchillas de disección - Vertientes cóncavas de retroceso - Vertientes residuales convexas - Garganta - Lecho de río estrecho
6. En relieve montañoso y colinado disolucional	<ul style="list-style-type: none"> - Dolina, uvala, valle ciego - Lapiaz o lenares - Cerro, mogote, torre - Laderas (en general) - Vertientes cóncavas de retroceso - Vertientes residuales convexas - Garganta - Lecho de río estrecho
7. En altiplanicies	<ul style="list-style-type: none"> - Banco, caballón - Depresión, bajo, morichal - Laderas - Rellano - Caño erosional - Zurales, tatucos

(Continúa)

(Tabla 6. Continuación)

Gran paisaje fisiográfico	Subpaisaje
	<ul style="list-style-type: none"> - Escarceos, camellones de solifusión - Depresión de sofusión - Vertientes cóncavas de retroceso - Vertientes residuales convexas - Garganta - Lecho de río estrecho
8. En superficie de aplanamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Banco - Depresión - Laderas (en general) - Caño erosional - Niveles interfluviales - Cuchillas de disección - Vertientes cóncavas de retroceso - Vertientes residuales convexas - Garganta - Lecho de río estrecho
9. En piedemontes	<ul style="list-style-type: none"> - Ápice, parte proximal - Cuerpo, parte media - Base, parte distal - Caño. Cárcava aislada - Cauce abandonado - Escarpe de abanico-terrazza - Talud de abanico-terrazza - Plano de abanico-terrazza - Laderas (en general) - Niveles interfluviales
10. En valles y llanuras aluviales de río trenzado	<ul style="list-style-type: none"> - Vega baja, barras de cauce - Vega media - Sobrevega - Plano de terraza - Escarpe de terraza - Talud de terraza - Cárcava aislada activa - Cárcava aislada estabilizada - Depresión de sofusión - Caño erosional - Lecho abandonado
11. En valles y llanuras aluviales meándricas de inundación	<ul style="list-style-type: none"> - Orillares o barras de meandro activas - Orillares no activos - Meandro abandonado colmatado - Lago semilunar, en herradura - Sobrevega - Plano de terraza

(Continúa)

(Tabla 6. Continuación)

Gran paisaje fisiográfico	Subpaisaje
	<ul style="list-style-type: none"> - Talud de terraza - Escarpe de terraza - Cárcava aislada, caño erosional - Playones
12. En llanura aluvial de desborde	<ul style="list-style-type: none"> - Playones e islotes - Orillares - Dique natural, albardón mayor - Dique de difluente - Explayamientos, brazo deltaico - Manto o napa - Cubeta de decantación, basín - Cauce abandonado, madre vieja - Zurales, tatucos - Camellones de soliflucción, escarceos
13. En llanura marina, lacustre	<ul style="list-style-type: none"> - Reborde de delta - Reborde de estero - Cubeta - Playón-islote - Estero - Banco - Plano de terraza - Escarpe de terraza - Playa arenosa - Playa pedregosa - Marisma, albúfera - Barras de playa - Cordón litoral, flecha, espigón, tómbolo - Arrecife marginal - Arrecife barrera - Atolón
14. En llanura eólica	<ul style="list-style-type: none"> - Duna longitudinal - Duna parabólica - Barchán o barjana - Nebka - Banco, caballón - Duna transversal - Yardang - Hoyo o depresión de deflación - Pavimento de desierto

Literatura citada

- Botero, Pedro y López, Daniel. 1982. "Los suelos de los Llanos Orientales (una visión general sintetizada)". En: *Suelos ecuatoriales*, 12(2): 18-26. Bogotá: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.
- Duque E., Gonzalo. 2007. "Estilos estructurales de los terrenos de Colombia". En: *Godues*, Blog de Gonzalo Duque-Escobar. Bogotá. Disponible en: <http://godues.blogspot.com/2007/12/estilos-estructurales-de-los-terrenos.html>
- Goosen, Doeko. 1968. *Interpretación de fotografías aéreas y su importancia en levantamientos de suelos*. Roma: FAO.
- Goosen, Doeko. 1971. *Physiography and Soils of the Llanos Orientales*, Colombia. ITC Publication B64, 198 p. Enschede.
- Flórez, Antonio. 2003. *Colombia. Evolución de sus relieves y modelados*. Bogotá: Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia.
- IGAC. 2000. *Plan de Ordenamiento Territorial Paipa 2000-2009*. Bogotá: Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica -CIAF-.
- IGAC. 2001. *Estructuración de una base de datos geográficos para el desarrollo de un SIG en la región del páramo de Sumapaz y sus alrededores*. Bogotá: CIAF.
- IGAC. 2003. *Cartografía temática del Parque Entrenubes* (mapa de fisiografía). Bogotá: Convenio Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA)-IGAC-CIAF.
- Nieuwenhuis, Elbersen. 1969. *Fotointerpretación para levantamientos de suelos*. Bogotá: CIAF.
- Nieuwenhuis, Elbersen y Botero, Pedro. 1977. *Observaciones sobre leyendas de mapas de suelos*. Bogotá: CIAF.

- Serrato, Pedro. 2007a. *Los cañones colombianos: una síntesis geográfica*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-, Oficina CIAF.
- Serrato, Pedro. 2007b. *Geomorfología del departamento de Chimaltenango, República de Guatemala*. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca -MAGA-.
- USDA. 1993. *Soil Survey Division Staff. Soil Survey Manual*. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18. Despoiled In: <http://soils.usda.gov/technical/manual/download.html>.
- USDA. 1951. *Manual de levantamiento de suelos*. Soil Survey Staff. Trad. J. B. Castillo, Sección de Conservación de Suelos. Caracas: Ministerio de Agricultura y Cría.
- Villota, Hugo. 1992. "El sistema CIAF de clasificación fisiográfica del terreno". *Revista CIAF*, 13(1): 55-70. Santa Fe de Bogotá.
- Villota, Hugo. 1997. "Una nueva aproximación a la clasificación fisiográfica del terreno". *Revista CIAF*, 15(1): 83-117. Santa Fe de Bogotá.
- Villota, Hugo. 2005. *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Oficina CIAF.
- Zinck, A. 1987. *Aplicación de la geomorfología al levantamiento de suelos en zonas aluviales y definición del ambiente geomorfológico con fines de descripción de suelos*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Agrología.

Fecha de recepción: 10 de marzo de 2009
Fecha de aprobación: 7 de julio de 2009