

# 1er Congreso Internacional de Desempeño Humano en Altura DESAFÍO DE LA POBLACIÓN DE LOS ANDES

Noviembre 22 de 2007  
Manizales- Colombia

## Aspectos geofísicos de los andes de Colombia

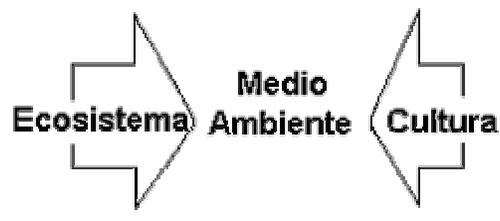


Por Gonzalo Duque-Escobar (\*)

### PRESENTACIÓN

Este documento que ha sido adaptado de “Amenazas naturales en los andes de Colombia, se ocupa de las características y las dinámicas propias del medio ecosistémico, que en esta misma región se constituyen en fundamento del medio ambiente, y que como tal le imponen a las colectividades humanas conocer mejor las especificidades de su territorio en términos de sus variaciones espaciales y temporales, y de su oferta y demanda ambiental.

Estas características y dinámicas se expresan en términos de aptitudes y amenazas, según los diferentes contenidos geofísicos y fenómenos geodinámicos, que son los que en últimas le dan su peculiar carácter a la base natural del medio andino tropical de Colombia.



**Figura 1.** El medio ambiente surge de la relación entre cultura y medio ecosistémico.

Cuando la especie humana incorpora el medio natural a su medio ambiente y lo adapta con un mayor o menor grado de transformación, surge la cultura y también hace uso de ella como un

recurso vital para su supervivencia, pues ésta -la cultura- es el resultado de una relación dialéctica de simbiosis y parasitismo entre la especie humana y el medio en que se establece. De ahí que el medio ambiente, que surge de la interrelación entre la cultura y el medio ecosistémico, es en donde se incorporan los elementos de la cultura que modifican la estabilidad del ecosistema o la frecuencia, cantidad, intensidad o extensión de sus factores constitutivos, y que hacen del medio ambiente un medio relativamente paranatural, cuyas transformaciones pueden ser factor contribuyente o detonante de amenazas relativamente naturales.

## 1- INTRODUCCIÓN

### Las regiones naturales de Colombia

Una Región Natural es una zona geográfica, grande o pequeña, identificable a priori por sus similares características físicas, en cuanto a relieve, clima, vegetación, clases de suelo. Para la subdivisión de esta dimensión territorial se suelen determinar otros aspectos como fauna, población y economía, además culturas, etnias y otros elementos.

En Colombia estas diferencias regionales se definen por una serie de factores muy claros tales como las características del relieve (ya sea montañoso o llano), la distancia al mar, el promedio de lluvias y las condiciones del suelo.



**Figura 2.** Colombia: regiones naturales. Fuente: <http://www.todacolombia.com>

De acuerdo a estas condiciones se pueden diferenciar en Colombia seis regiones naturales, ver Figura 2, así:

- 1- Amazonía, con una superficie aproximada de 403.348 km<sup>2</sup>
- 2- Andina, con una superficie aproximada a los 305.000 km<sup>2</sup>
- 3- Caribe, con una superficie aproximada de 132.218 Km<sup>2</sup>
- 4- Insular, comprende islas continentales y oceánicas
- 5- Pacífica, con una superficie aproximada de 83.170 Km<sup>2</sup>
- 6- Orinoquía, con una superficie aproximada de 310.000 Km<sup>2</sup>

Este documento se ocupa de la región septentrional de la cordillera de los Andes, localizada en Colombia; de ahí que se trate aquí la Región Andina de Colombia.

Este escenario con cerca de 300 mil km<sup>2</sup>, es la zona más poblada del país y se orienta del suroccidente al nororiente de Colombia, entre Ecuador y Venezuela.

Colombia se puede dividir en tres sectores: el primero, la región montañosa o Andina localizada al occidente del territorio y que incluye también los valles interandinos, que posee la mayoría de los recursos hídricos del país y las tierras más productivas para la agricultura; el segundo las llanuras orientales y costeras, que incluyen la orinoquía, la amazonía y las dos costas sobre los océanos Pacífico y Atlántico; y el tercero, los relieves periféricos, comprende en el Caribe el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, y en el océano Pacífico la isla de Gorgona. Nos ocuparemos del medio primero de estos escenarios.

Los Andes colombianos se inician a partir del nudo de Los Pastos, donde se bifurcan para dar origen a las cordilleras Occidental y Central, separadas por los ríos Guáitara y Patía.

Mas al norte la cordillera Central forma el extenso Macizo Colombiano, una estrella orográfica donde se origina la cordillera Oriental, que con 1200 km es la más extensa y ancha de las tres, llega a la Guajira y es además la más joven. La más antigua es la cordillera Central que con una longitud de 1000 km y una altitud media de 3000 m, llega a la costa Atlántica. Mientras la cordillera Occidental con 1095 km de longitud y 2000 m de altitud media, es la más baja de todas y llega a la misma costa del norte de Colombia.

Los tres principales valles interandinos, que también transcurren de sur a norte, son:

El Valle del río Magdalena, el más importante de Colombia, localizado entre las cordilleras Central y Oriental, que con una extensión de 200 mil km<sup>2</sup> recorre sucesivamente regiones con diferentes climas y vegetación, por lo que en su transcurso alternan praderas, estepas, selvas, ciénagas y pantanos. Se extiende desde el nacimiento del río, al sur del departamento del Huila, hasta las Bocas de Ceniza en su desembocadura, en el mar Caribe.

El Valle del río Cauca, entre las cordilleras Central y Oriental que, con una extensión de 85 mil km<sup>2</sup>, comprende una de las regiones más fértiles de Colombia en su parte media. De sur a norte, recorre regiones de praderas en el Alto Cauca, de ricos cultivos en el Valle del mismo nombre, de escasa fertilidad en la zona encañonada entre Caldas y Antioquia, y zonas lacustres al aproximarse a su desembocadura en el río Magdalena.

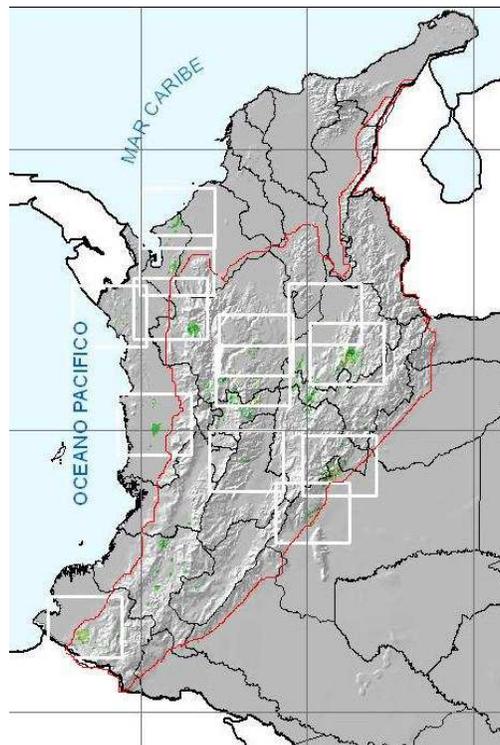
El Valle del Atrato-San Juan, de 35 mil km<sup>2</sup> de superficie ubicado entre la cordillera Occidental y la Serranía del Pacífico chocoano, donde transcurren sendos ríos en direcciones opuestas a lo largo de este valle húmedo, ardiente y selvático.

### **Subregiones andinas de Colombia**

Las diferencias climáticas y geológicas permiten dividir a la región andina de Colombia en 19 subregiones:

1. Altiplano Cundiboyacense: sector más ancho de la cordillera Oriental.
2. Altiplano de Popayán: encajonado entre las cordilleras Occidental y Central.
3. Alto Magdalena: valle plano, cálido y semiárido de los departamentos de Huila y Tolima.
4. Cañón del Río Cauca: desde el salto de la Virginia hasta la salida de las montañas en Antioquia.
5. Catatumbo: cuenca del río Catatumbo sobre la vertiente oriental de la Serranía de los Motilones.
6. Fosa del Suárez y Chicamocha: región árida a semiárida dominada por matorrales y bosques.

7. El Nudo de los Pastos: en Nariño, donde los Andes se bifurcan y surge la cordillera Occidental.
8. La Fosa del Patía: con 400 km el Río Patía es el más largo del Litoral Pacífico.
9. Macizo Colombiano y cordillera Central: donde se desprenden las cordilleras Central y Oriental.
10. Macizo de Santurbán: vasta mesa santandereana que a la par es nudo y posee páramo.
11. Macizo Volcánico: segmento del vulcanismo más al norte de la cordillera Central.
12. Montaña Antioqueña: región que comprende el Eje Cafetero y el Departamento de Antioquia.
13. Magdalena Medio: las precipitaciones sobrepasan los 3000 mm. Anuales.
14. Montaña Santandereana: sector norte de la cordillera Oriental, entre el Altiplano Cundiboyacense y el Catatumbo.
15. Serranía de los Motilones: ramal que nace en el Nudo de Santurbán y va hacia la Guajira.
16. Sector nororiental de la cordillera Occidental: separa las cuencas del Cauca y el Atrato.
17. Valle del Río Cauca: franja plana de suelos fértiles y clima cálido con tendencia a seco.
18. Vertiente Llanera: faja larga y estrecha de clima húmedo, con vegetación de bosque denso.
19. Vertiente derecha del Magdalena: vertiente del río más poblada, seca, corta y baja.



**Figura 3.** La región andina de Colombia. [www.ideam.gov.co/](http://www.ideam.gov.co/)

Los departamentos que se incluyen parcial o totalmente en la región andina, ver Figura 3, son: en forma completa, Huila, Tolima, Cundinamarca, Caldas, Risaralda, Quindío, Santander, Norte de Santander y Boyacá. Además parte central y Oriente de Nariño, parte central y oriental de Cauca, parte central y oriental de Valle del Cauca, parte occidental de Caquetá, parte occidental de Putumayo, parte occidental de Meta, parte occidental de Casanare, el centro, Sur y Oriente de Antioquia, parte occidental Arauca, parte Sur de Bolívar y parte Sur de Córdoba.

## 2- EL MEDIO ANDINO EN COLOMBIA

### La geología andina de Colombia

Las cordilleras de Colombia son de diferente naturaleza y edad:

- La cordillera Central es fundamentalmente de rocas cristalinas metamórficas, así presente segmentos de vulcanismo y granitos emplazados.
- La cordillera Occidental muestra rocas en su mayoría de naturaleza ígnea básica, afines a los ambientes oceánicos.
- Y la cordillera Oriental se constituye básicamente de rocas de tipo sedimentario, como las calizas, areniscas y arcillolitas.

En cuanto a su evolución: en el Precámbrico la era más antigua, se da la formación del escudo Guayanés, un cratón que tras haber sido plegado al principio, ha pasado por un largo período de estabilidad geológica. En el Paleozoico, hace unos 500 millones de años (orogenia del ordovícico), se da la formación del cinturón ancestral de la cordillera Central al occidente del ordovícico), se da la formación del cinturón ancestral de la cordillera Central al occidente del Escudo Guayanés, y del sector S-E de la Sierra Nevada de Santa Marta, a partir de una intrusión granítica. En el Mesozoico, hace unos 200 millones de años (orogenia del Jurásico), por el costado occidental exterior del cinturón Paleozoico, se forma la cordillera Occidental, además el sector N-W de la Sierra Nevada. En el Cenozoico, hace unos 20 millones de años (orogenia del Mioceno o del Terciario tardío), por depósitos del escudo y de la cordillera Central, se forma la cordillera Oriental por flexiones marginales fuertes, fallas inversas locales y fallas de rumbo en sus bordes.

Estando formadas las tres cordilleras hacia el Terciario tardío y Cuaternario actual, los andes colombianos experimentan varios movimientos verticales en el Terciario tardío (Plioceno) y en el Cuaternario actual (Holoceno), e intrusiones de magma, dando como resultado su actual relieve. En estos andes, se distinguen varios ciclos ígneos de diferente naturaleza y de épocas diferentes.

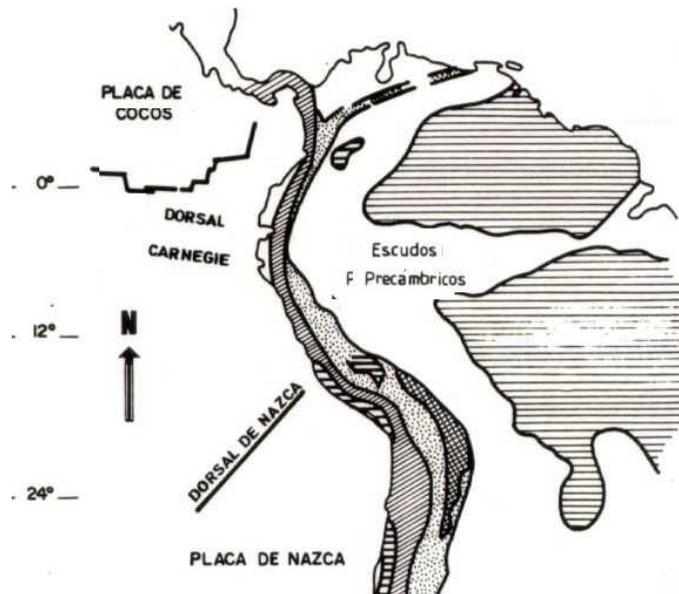
En el Cuaternario (último millón de años) se presenta una glaciación acompañada de fuertes procesos erosivos, mientras en el Holoceno (hace 10 mil años) aumenta de nuevo la temperatura, y la consecuente deglaciación ocasiona una fase de deposición de sedimentos sobre los valles intermontanos.

Los Andes colombianos muestran dos ambientes: al Este de la Falla Romeral que transcurre por la vertiente occidental de la cordillera Central, las rocas son de corteza continental, y al Oeste de ella, las rocas parecen formadas de materiales afines a la corteza oceánica.

También es importante resaltar un contraste costero, puesto que la zona del Caribe muestra evidencias de erosión y desgaste, mientras el resto del continente está poco desgastado, hechos que confirman el crecimiento del continente entre el Paleozoico y el Mesozoico, extendiéndose y desplazándose hacia el Pacífico.

El examen de los valles interandinos como espacios de sedimentación señala que el espesor de los estratos terciarios, en la cuenca del río Magdalena es de 4 km aunque en Honda ese espesor llega a los 7 km y en Montería hasta los 9 km, mientras en las cuencas del Atrato-San Juan y del río Cauca, el espesor se mantiene entre los 3 y 4 km.

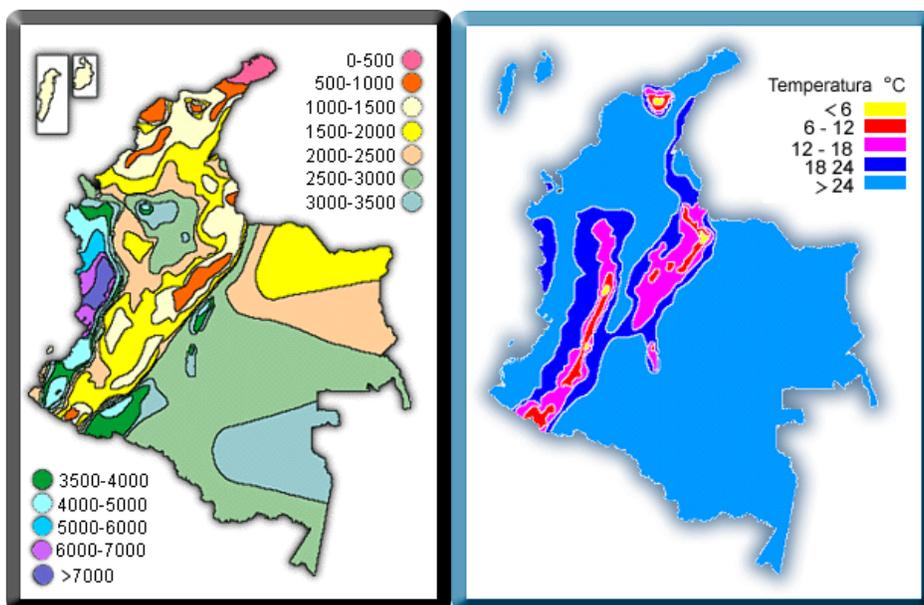
El basamento del Istmo de Panamá se originó probablemente por un levantamiento de la corteza en el Triásico en asociación con la Orogenia Andina: las faunas marinas de los ambientes profundos (abisales) e intermedios) batiales, resultan homólogas, y las faunas de norte y sur América en sedimentos del Terciario superior, resultan idénticas.



**Figura 4.** Margen continental activo y escudos del Precámbrico. Fuente: [www.ucm.es](http://www.ucm.es)

### Clima andino de Colombia

El régimen de pisos térmicos asociados al cambio de la temperatura con la altitud y su posición intertropical, son las características de la región andina. El clima bimodal de Colombia, donde las lluvias se inician con los equinoccios y los veranos con los solsticios, está condicionado por los fenómenos de enfriamiento (La Niña) y calentamiento (El Niño) del Océano Pacífico; un par de fenómenos recurrentes, no periódicos, y que en las últimas décadas con mayor frecuencia de fases cálidas, suele presentarse entre una o dos veces por década.



**Figura 5.** Promedios anuales de Lluvia (mm) y Temperatura (°C), en Colombia. Fuente: [www.todacolombia.com](http://www.todacolombia.com)

Según el IDEAM, desde 1935 se han presentado ocho eventos de La Niña y trece de El Niño, con características diferentes por la magnitud de sus manifestaciones e intensidad de sus impactos.

Durante los años de La Niña, las dos temporadas invernales de Octubre y Abril son en promedio más húmedas y los deslizamientos e inundaciones suelen darse en Noviembre y Mayo.

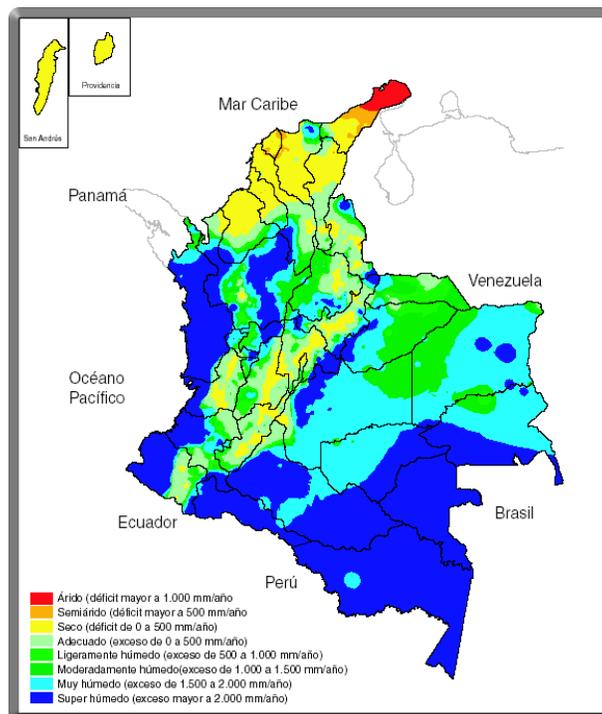
Durante los años de El Niño cuando las temporadas veraniegas son en promedio más secas, arrecian los incendios forestales pero también las depresiones tropicales y los huracanes en el Caribe, alterando con lluvias intensas las temporadas secas de Julio y de Enero.

Para el caso de Colombia, una reaparición del fenómeno de La Niña, proceso inverso al de El Niño, hace que de la temporada veraniega y de sequía se pase a una en que las lluvias y deslizamientos sean el común denominador, lo que se refleja en aumentos inusitados de los caudales de los ríos e inundaciones en las zonas bajas mal drenadas, además de pérdidas económicas por bloqueo de vías.

Este fenómeno climatológico explicado por la surgencia de aguas frías procedentes de las zonas antárticas y un “vaivén” de la presión atmosférica en las zonas central y oriental de la zona tropical del Océano Pacífico, se ha venido presentando desde tiempos muy remotos, ha causado modificaciones climáticas durante varios meses, y ha traído como consecuencia la alteración del clima en varias regiones del planeta.

### Los suelos andinos de Colombia

Las cordilleras andinas son jóvenes y sus suelos no tienen la madurez ni la estabilidad de los suelos de la plataforma africana. Estos suelos andinos tropicales, responden a diferentes factores, como lo son: material parental, edad, gradiente climático y altitudinal, topografía y relieve, y formadores biológicos, los cuales explican sus características edáficas, estabilidad y fertilidad, como los posibles usos y adecuados manejos.



**Figura 6.** Zonificación de suelos por humedad: árido (rojo), semiárido (ocre), seco (amarillo), adecuado (amarillo verdoso), ligeramente húmedo (verde claro), moderadamente húmedo (verde), muy húmedo (azul claro), súper húmedo (azul oscuro). Fuente:

[www.todacolombia.com](http://www.todacolombia.com)

Los elementos teóricos y metodológicos subyacentes en los mecanismos ecológicos que los gobiernan o condicionan, dependen de cada región, e igualmente las amenazas que pueden afectarlos. Además, la mecánica de los suelos que ha sido desarrollada para los suelos de las latitudes altas donde dominan los suelos transportados cuyas discontinuidades dominantes son horizontales, pocas posibilidades ofrece en el escenario de los suelos andinos de Colombia, que son principalmente suelos residuales formados sobre un macizo meteorizado y tectonizado, cuyas discontinuidades son de variada actitud y disposición aleatoria.

En la zona andina se localizan los suelos más productivos del país. Una hectárea en la Sabana de Bogotá es 24 veces más productiva que una hectárea promedio en los Llanos Orientales cuyos suelos son lateríticos (oxidados). Igualmente los del Chocó son suelos lixiviados por las intensas lluvias. Mientras estas dos regiones de suelos pobres con vocación para la ganadería extensiva, la agricultura de subsistencia y la silvicultura, los suelos productivos de la zona andina presentan una oferta ambiental variada, pero igualmente una demanda de prácticas para un uso y manejo adecuados dado que son suelos inestables y ecológicamente frágiles.

También existen suelos pobres de notable extensión en el Cauca, Antioquia y Santander.

En suelos de laderas de fuerte pendiente, si el uso es la agricultura, se deben evitar cultivos rotativos y en las zonas más susceptibles deberán tenerse en cuenta prácticas de conservación (bosques, productores y no productores). Por su alta productividad, en Colombia sobresalen las siguientes regiones:

1. Valle del Cauca (desde Cartago hasta Cali).
2. Valle del Magdalena (alto, medio, bajo).
3. Valle del Sinú y San Jorge (unidad que incluye al Bajo Cauca).
4. Altiplano Cundiboyacense (incluye la sabana de Bogotá).
5. Región entre Túquerres e Ipiales.
6. Zona Cafetera (desde Caicedonia en el Valle, hasta Neira en Caldas).
7. Región entre San Félix y Roncesvalles (incluye a Murillo en el Tolima y Marulanda en Caldas).

Los suelos de los Andes de Colombia son jóvenes, de morfología empinada, están asociados a rocas blandas, alteradas por un intenso ambiente tectónico y sometidas a un clima de fuertes contrastes de temperatura y precipitación; por lo tanto, estos suelos andinos tropicales, son suelos altamente inestables.

Además, en Colombia predominan las rocas blandas con fuerte alteración tectónica, rocas que son materiales intermedios entre suelo y roca, y que están expuestas a agentes bioclimáticos intensos, por lo que aparecen altamente fracturadas y descompuestas; y como los suelos tropicales andinos, nuestros macizos rocosos también son altamente susceptibles a los factores detonantes de deslizamientos y fallas similares del medio ecosistémico, como son las lluvias y los sismos, sobre todo en las laderas de fuerte pendiente donde se han intensificado los procesos de modelado y la deforestación, además de las actividades urbanas.

Para la zona andina en el Oriente de Colombia predominan espesos coluviones y en el Occidente suelos residuales y volcánicos. El Occidente está afectado por tectonismo y sismos.

A diferencia de los suelos de las latitudes altas donde predominan los suelos transportados, en el ambiente andino tropical dominan los suelos residuales con sus estructuras relictas o heredadas, que a diferencia de los primeros donde las discontinuidades son horizontales y como tal predecibles, en los suelos nuestros resultan ser discontinuidades con orientación y buzamiento impredecibles.

Los espesores de las alteritas son mayores en las zonas tropicales (vegetación y clima), como la cordillera Oriental de naturaleza sedimentaria. Los saprolitos son típicos de la zona andina (roca

cristalina), como las zonas de batolitos a lo largo de la cordillera Central y Antioquia. Los andosoles se desarrollan en lugares con cenizas volcánicas donde se desarrollan haloisitas y alófanos (Cauca, Nariño y Eje Cafetero). Las lateritas son suelos típicos del Cauca y de los Llanos Orientales.

### **La hidrografía andina de Colombia**

Colombia presenta dos grandes vertientes: Vertiente Pacífica y la Vertiente Atlántica con tres sub-vertientes: Caribe, Orinoquía y Amazonía. Los principales ríos por vertientes, son: de la vertiente Pacífica, Baudó, Patía y San Juan; de la Sub-vertiente del Caribe, Atrato, Cauca, Magdalena, Nechí, Sinú, San Jorge y Catatumbo; de la Sub-vertiente de la Orinoquía; Guaviare, Inírida, Meta, Vichada y Arauca ; y de la Sub-vertiente Amazónica, Caquetá, Guainía, Putumayo, Vaupés, Apaporis y Caguán. La mayoría de los ríos señalados pertenece a la región andina.

Las principales lagunas Colombia están en la Región Andina, y son: Laguna de la Cocha y Laguna de la Tota. La mayor ciénaga de Colombia es Ciénaga Grande de Santa Marta, que no pertenece a la Región Andina.

Entre los principales ríos (Figura 12.) por su mayor relación con la región andina, estos:

- El Magdalena: es el principal río colombiano, cruza el centro del país discurriendo entre las cordilleras Oriental y Central y sirve de médula espinal a las comunicaciones de la Nación. Nace en el páramo de Letrero en el Macizo Colombiano y recorre 1538 kilómetros hasta su desembocadura por las llamadas Bocas de Ceniza. El Magdalena ha sido una importante ruta navegable entre Honda y su desembocadura en el delta de Bocas de Ceniza sobre el Atlántico. La gran cuenca del Magdalena con una extensión de 257.438 km<sup>2</sup>, comprende la cuenca suya de 136.330 km<sup>2</sup> de extensión.
- El Cauca: es un río que riega una de las regiones más ricas de Colombia. Nace en el páramo de Sotará, en el Macizo Colombiano y desemboca en el río Magdalena cerca a Mompós. Corre entre las cordilleras Central y Occidental, conformando una cuenca hidrográfica es de unos 63.000 km<sup>2</sup>. Sus aguas son utilizadas para generación eléctrica en la represa de Salvajina.
- El Patía: río que también nace en el Sotará, corre inicialmente por un surco intercordillerano que tal vez fue un antiguo lago y después de recibir las aguas del Guáitara que corre en sentido opuesto por el mismo surco, rompe la cordillera para buscar salida al océano a través de una llanura selvática llena de esteros y rica en oro. Con un caudal de 488 m<sup>3</sup> de agua por segundo, buena parte de sus 400 kilómetros de longitud son navegables.
- El Mira: nace el nudo ecuatorial de Ibarra y sirve de límite internacional en un corto trayecto. Después de 300 kilómetros este río sumamente navegable llega al Pacífico bañando una zona deshabitada pero de tierra fértiles.
- El Atrato: cobra nombre en el proyectado Canal Interoceánico. Este río considerado como el más caudaloso del mundo en proporción a su cuenca y longitud, nace en el cerro Plateado y recorre 700 kilómetros para morir en el Golfo de Urabá formando un delta de varias bocas.
- El San Juan: nace en el cerro Caramanta, cruza una de las regiones más ricas en metales preciosos de América del Sur y una de las zonas más húmedas del mundo por la gran pluviosidad. Después de 380 kilómetros en gran parte navegables lleva al Pacífico más de 1000 m<sup>3</sup> de agua por segundo, con lo que se mantiene en el mayor caudal de toda la vertiente del Pacífico Sur Americano.

### **3- LAS TRANSFORMACIONES**

#### **Las regiones culturales de Colombia**

El relieve montañoso con sus variados pisos térmicos, caracteriza a la Región Andina. Esto permite gran diversidad de actividades económicas. Quindío, Risaralda, Caldas y el sur de Antioquia se constituyen en la zona cafetera del país; el triángulo de oro -Bogotá, Cali y Medellín-, en la principal zona industrial. En la cordillera Oriental y en el Nudo de los Pastos se encuentran los dos altiplanos –el Cundiboyacense del país de los Muiscas y el de Túquerres-Ipiales- notables por su producción agrícola, ganadera, minera e industrial. En el valle del Magdalena la fértil zona de cultivo de algodón y arroz, la cría de ganado y la extracción de hidrocarburos. Si el valle del Cauca se caracteriza por su producción de azúcar, la cuenca de los ríos del Chocó lo hace por la actividad aurífera sobre aluviones y la producción de madera.

La región andina es la cuna del bambuco, y otros ritmos como el pasillo, la guabina y el bunde. Entre los principales grupos culturales se destacan el Opita y el Valluno de los valles interandinos cálidos; el Paisa y el Santandereano de las montañas; y el Pastuso y el Cundiboyacense de los altiplanos. También los Guambianos y los Nasa (Páez).

En tan variado escenario apenas evoluciona el bahareque como arquitectura vernácula que sustituye la tapia de herencia española, en las zonas donde aparece la bambusa guadua y se emplea a fondo la arriería.

Esta tecnología de importancia en la zona de influencia de la Colonización Antioqueña, ha sido calificada de “temblorera”.

#### **El hábitat andino de Colombia**

La población de Colombia es de 42 millones, cuya tasa de crecimiento se estima en 1,8% anual, de los cuales la población en cabeceras es de 31,5 millones y la rural de 10,5 millones (DANE 2005).

El 10,5% se reconoce como raizal, negro, afrodecendiente, afrocolombiano, palenquero o mulato, y el 3,4% como indígena. El 88,3% de la población de 5 años y más de Colombia o mulato, y el 3,4% como indígena. El 88,3% de la población de 5 años y más de Colombia sabe leer y escribir, y la población residente sin ningún nivel educativo es el 10,5%, y la que ha alcanzado el nivel de básica primaria el 37,2%.

La distribución de la población es ampliamente heterogénea en Colombia (DANE 1997). Sobre la región andina habita un 74% de la población; en la región Caribe un 20%, mientras en el Pacífico y en el flanco Oriental del país (Orinoquía y Amazonia) vive escasamente el 6% restante de la población colombiana.

Según el DANE (2005) el 72,8% de las viviendas rurales ocupadas el día del censo, tenían actividad agropecuaria, así: agrícola 68,7%, pecuaria 90,8%, piscícola 3,0%. La mayoría de las viviendas tiene simultáneamente 2 o 3 tipos de actividades. Del total de cultivos asociados a la vivienda rural el 43,7% corresponde a transitorios solos, el 8,8% a transitorios asociados, el 34,7% a permanentes solos y el 12,8% a permanentes asociados. Las unidades económicas agropecuarias y por lo tanto asociadas a viviendas rurales, es de 1'742.429. En las áreas rurales, el 12% de los hogares viven en arriendo o subarriendo, el 62% en vivienda propia y el 17%, habitan las viviendas sin pagar arriendo con permiso del propietario (DANE 2005).

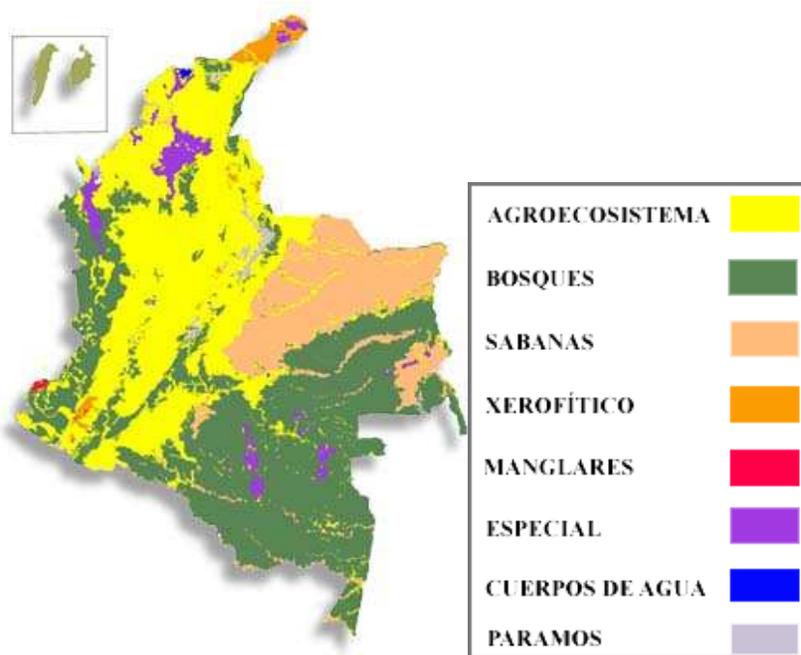
En las áreas rurales, la principal fuente de agua es el río, quebrada, manantial o nacimiento, la cual es utilizada en el 40% de las viviendas. El 15% de las viviendas rurales tienen el servicio sanitario conectado al alcantarillado y en el 15% de los hogares sus basuras, son recogidas y dispuestas por los servicios de aseo. El 41% de las paredes de las viviendas rurales están construidas

predominantemente con materiales de Bloque, ladrillo, piedra, madera pulida, y en el 46% el material que más se utiliza es el cemento o gravilla (DANE 2005).

En el área rural, los combustibles más utilizados son la leña, madera, material de desecho o carbón vegetal, que se utilizan en el 62% de los hogares. El tipo de energía que se utiliza en las cocinas rurales es la leña en el 48%, el gas en pipeta o cilindro en el 38% y la electricidad en el 11% (DANE 2005).

### Ecosistemas y revolución verde

Según el Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, el 69% de la superficie continental del país es de aptitud forestal, pero de esa área solo el 46,6% está cubierta por bosques, y gran proporción de las tierras restantes ha sido adaptada a actividades agropecuaria, con fuerte impacto sobre las microcuencas, afectando el suelo y el agua a causa del mal uso o del manejo inadecuado de los recursos.



**Figura 7.** Mapa de Coberturas Vegetales, Ocupación y uso del Espacio de Colombia. IDEAM-República de Colombia. Adaptado por Minambiente. Fuente: <http://web.minambiente.gov.co/>

Según la entidad ambiental colombiana, un 18.9% del territorio nacional está cubierto por vegetación especial no boscosa representada en sabanas, paramos, pantanos y zonas áridas, y otro 0.9% corresponde a áreas cubiertas por aguas nevados, centros urbanos y regiones insulares.

La convergencia y complejidad de factores como latitud ecuatorial, variada altitud, topografía de fuerte relieve, el clima tropical y la variedad de suelos, se expresa en la nutrida biodiversidad y tipos de bosques a lo largo de la geografía de Colombia. Con relación al área del país, el 44.8% corresponde a bosques primarios, el 4% a bosques secundarios y el 0,1% a bosques reforestados.

Para la conservación del recurso biótico y del agua, Colombia cuenta con ecosistemas no boscosos de ambiente terrestre y de tipo acuático. Los terrestres no boscosos incluyen páramos y áreas nivales, sabanas, zonas semiáridas y zonas áridas; y los acuáticos no boscosos incluyen ríos, humedales de agua salada y dulce, arrecifes coralinos, playas, acantilados, lagos, lagunas, y ciénagas. Además embalses y represas considerados humedales artificiales.

| LUGAR   | ÁREA TOTAL  | ÁREA DE VOCACIÓN FORESTAL | COBERTURA BOSCOSA ACTUAL | DÉFICIT DE REFORESTACIÓN | REFORESTACIÓN REAL |
|---|-------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| <b>COLOMBIA</b>   | 114'374.185 | 83'408.117                | 53'100.000               | 30'123.000               | 304.206            |
| <b>ZONA CARIBE</b>  | 11'526.305  | 5'320.597                 | 500.000                  | 4'821.000                | 19.751             |
| <b>ZONA ANDINA</b>  | 29'661.930  | 20'199.775                | 7'700.000                | 12'400.000               | 182.151            |
| <b>ZONA PACÍFICA</b>  | 10'259.575  | 9'592.702                 | 5'500.000                | 4'000.000                | 94.717             |
| <b>ZONA AMAZÓNICA</b>   | 40'500.000  | 35'281.052                | 32'300.000               | 2'981.000                | 1.803              |
| <b>ZONA DEL ORINOCO</b>   | 22'284.232  | 13'013.991                | 7'100.000                | 5'921.000                | 5.784              |
| Áreas en hectáreas, a 1993, según IGAC y Ministerio del Medio Ambiente. |             |                           |                          |                          |                    |

**Tabla N° 1.** Estadísticas forestales para Colombia y sus regiones. Fuente <http://web.minambiente.gov.co/>

La Tabla N° 1, muestra que, para el año 1993, en la Región Andina el 68% de su área es de vocación forestal, pero la actual cobertura alcanza apenas el 26%; y que dado el elevado nivel de deforestación el déficit de áreas de reforestación alcanza al 41.8%.

Ahora, en las relaciones entre Medio Ambiente y desarrollo, se hace necesario plantear las lecciones aprendidas de la Revolución Verde.

El importante incremento de la producción agrícola que se dio en México a partir de 1943, gracias al empleo de las modernas técnicas de producción basadas en selección genética y explotación intensa con base en riegos, fertilizantes y control de plagas, se propagó en otros países subdesarrollados de Asia, Indonesia y Latinoamérica, especialmente para la producción de trigo, maíz y arroz, logrando derrotar las hambrunas y generar escenarios agroindustriales de exportación. La vida rural concluye para dar paso a la urbanización.

Ya para 1970, estas tecnologías de gran productividad fueron aplicadas en Colombia, inicialmente con las actividades del CIAT aplicado a productos como mandioca, forrajes tropicales, judías (alubias, frijoles) y arroz, al café y a la producción de frutas y vegetales.

Pero a medida que se intensificaron en Colombia, fueron generando de paso otros aspectos negativos: nuevos problemas de almacenamiento, costo excesivo de paquetes tecnológicos e insumos como semillas, dependencia tecnológica, deficiente adaptación de nuevos cultivos, devaluación de la cultura rural tradicional, pérdida de biodiversidad y de bosques, daños ambientales asociados a la sobreexplotación y a la erosión, agotamiento de los recursos de agua limpia, aparición de nuevas plagas y desplazamientos sistemáticos de las comunidades rurales a los medios urbanos.

Finalmente, deben considerarse aquí los Incendios forestales, que son fuego que se propaga sin límites preestablecidos ni control, intensificándose cuando se presenta sol intenso y fuertes vientos, y consumiendo material vegetal ubicado en áreas de aptitud forestal, de uso agroforestal o destinadas a una función ambiental, y que generan temperaturas que alcanzan 1000° C. Los períodos del año más propicios son: de enero a febrero y de julio a agosto, en especial durante El Niño.

El IDEAM, entidad que monitorea y recoge información sobre este tema, informó que durante el primer semestre de 2002 se reportaron en Colombia 90 incendios forestales que afectaron a 31070 hectáreas.

Aunque en Colombia se estima que el 95% de los incendios forestales son generados por actividades humanas, eventos cuya frecuente ocurrencia señala como áreas más vulnerables los bosques cercanos a cultivos y perímetros viales, los incendios forestales causados por la naturaleza propiamente dicha, se asocian a tormentas eléctricas, erupciones volcánicas y radiación solar. Para estos, los escenarios son variados: zonas de vegetación de bosque, de llanura y de páramo.

Otro asunto es el incendio forestal como consecuencia de efectos indirectos producidos por sismos, ya que si aparece en la categoría de las amenazas naturales, su ocurrencia espacial no se restringe al escenario anterior, y dichas amenazas quedarán circunscritas a las zonas pobladas.

Las zonas más propensas a esta amenaza, sea ella natural o antrópica, según el IDEAM, se localizan en las regiones del Patía y montañas de Nariño y Cauca, en los valles interandinos de Huila, Tolima y Valle, en el Altiplano Cundiboyacense y en los departamentos de Santander y Norte de Santander.

Los incendios forestales en general producen alto impacto ambiental, social y económico, repercutiendo negativamente en el proceso de desarrollo del país. Pueden afectar más a los suelos de los ambientes secos, en las temporadas secas, que a los de las regiones de alta pluviosidad donde las lluvias aparecen bien distribuidas. Los páramos de las cordillera Central y Occidental, como también la región andina del Alto Magdalena y el oriente de Santander y Occidental, como también la región andina del Alto Magdalena y el oriente de Santander y Boyacá, que son más secas resultan vulnerables a los incendios forestales.

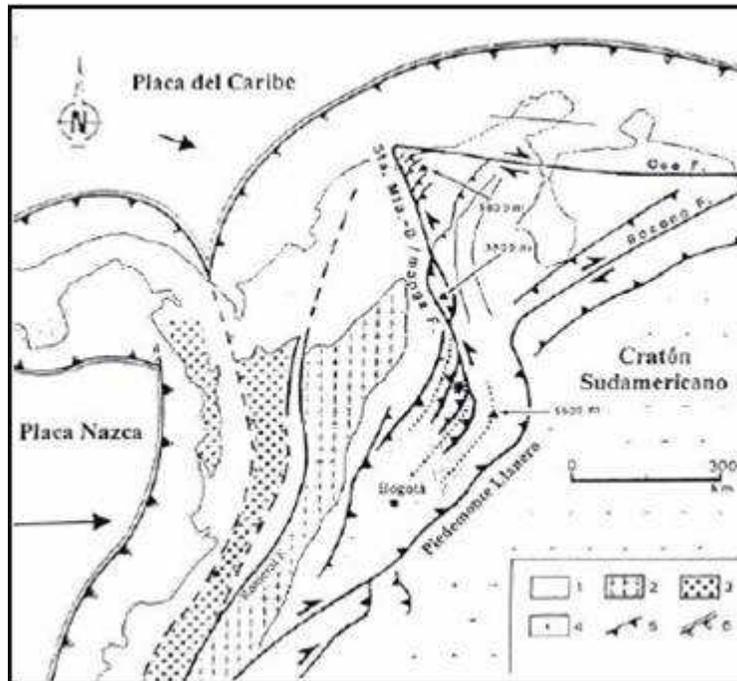
#### **4- LAS AMENAZAS EN COLOMBIA**

En cuando a los fenómenos peligrosos que pueden afectar la vida y los bienes expuestos y vulnerables, las amenazas naturales suelen generar desastres que por su origen se clasifican en naturales y antrópicos, así sus consecuencias reflejen la combinación de factores que evidencian la interacción del ser humano con la naturaleza, modificándola en sus ciclos y sistemas.

##### **Sismos y volcanes en Colombia**

La zona andina es en sí una zona de riesgo sísmico en Colombia. Los sismos son intensos hacia la costa Pacífica y hacia el Sur y centro Occidente de Colombia. También son intensos en el margen llanero y el occidente de los Santanderes, y la cordillera Central hasta Honda. En segundo nivel aparece el Norte, centro y Oriente antioqueños, la región del Magdalena Medio y occidente de Santander. Los andes de Colombia hacen parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, una de las zonas sísmicamente más activas del planeta. La convergencia de las placas Suramericana, de Nazca y del Caribe, hace que este emplazamiento tectónico resulte complejo y que Colombia esté sometida a una serie de movimientos sísmicos procedentes de diversas fuentes. Ver Figuras 8 y 9.

Entre las Fuentes Interplaca, la "Zona de Subducción", cuya traza superficial discurre de norte a sur separada unos 150 a 200 km del margen de la Costa del Pacífico colombiano.



**Figura 8.** Provincias sismotectónicas y fuentes sísmicas de Colombia. Fuente; [http://www.manizales.unal.edu.co/gestion\\_riesgos](http://www.manizales.unal.edu.co/gestion_riesgos)

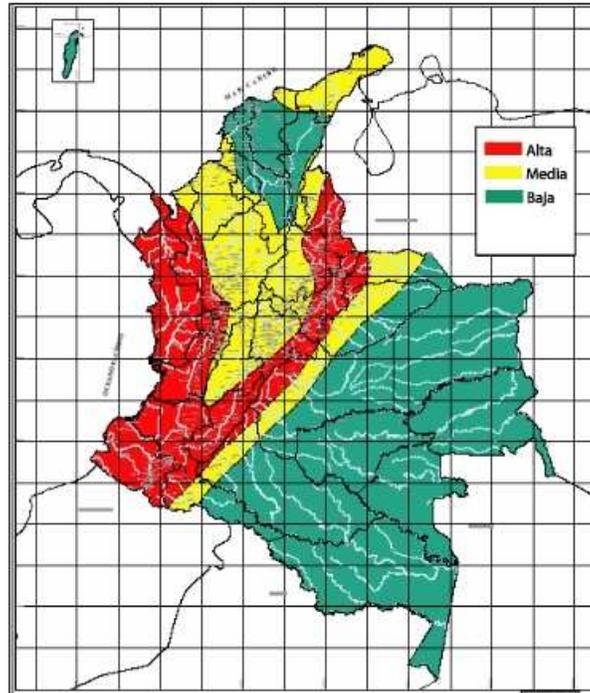
Los sismos superficiales con posibilidades de generar tsunamis, por lo menos en vecindades de la frontera con Ecuador, pueden llegar a magnitud 8, por lo que esta es la más importante de las fuentes sísmicas del país. Otra fuente de este tipo es la “Zona de Benioff”, porción más profunda de la zona de subducción, que en la corteza profunda llega hasta más de 100 km, y cuya actividad afecta el centro occidente de Colombia en la parte norte del Valle del Cauca. Sus magnitudes suelen ser de 7.0 en la escala de Richter.

Sismicidad asociada a Fuentes “Intraplaca”. A esta categoría pertenecen varios sistemas de fallas, como el Sistema de Fallas de Romeral, el Sistema de Fallas Cauca-Patía, el Sistema de Fallas del Margen Llanero, el Sistema de Fallas Santamarta-Bucaramanga, entre otras, y fallas potencialmente activas. Este tipo de fuente que suele generar en principio sismos de magnitud 6 a poca profundidad, los más destructivos cuando los focos someros se dan cercanos a las ciudades, como en el caso de Popayán (1983) y Armenia (1999), también pueden amenazar zonas rurales de los andes colombianos cuando desencadenan fenómenos poco frecuentes, como la avalancha del Páez (1994).

Salvo excepcionales desastres producidos por movimientos masales detonados por el evento sísmico y olas causadas por tsunamis, las víctimas humanas que cobran los terremotos están asociadas en su gran mayoría a la destrucción de las estructuras del hábitat urbano. Aquí el asunto es que las construcciones existentes en las áreas rurales de la zona andina colombiana, son autoconstruidas y no siguen código alguno de construcción, y menos la aplicación de las normas sismo-resistentes. No obstante, el bahareque es en sí una arquitectura vernácula de las zonas donde se usa la guadua, tan exitosa para sustituir la vulnerable tapia y las construcciones en adobe, tal que su tecnología ha sido calificada de “temblorera”. De ahí la importancia del bahareque en la zona de influencia de la Colonización Antioqueña.

Al determinar los niveles de la amenaza sísmica en las diferentes regiones de Colombia, el 86% de los colombianos se encuentran bajo un nivel de amenaza sísmica apreciable: en zonas de amenaza alta aparecen cerca de 475 municipios con el 35% de los habitantes; en zonas de amenaza intermedia 435 municipios con el 51% de la población; y en zonas de amenaza baja 151 municipios con aproximadamente el 14% de los colombianos. Pero el riesgo no sólo depende del

grado de amenaza sísmica, sino también del grado de vulnerabilidad que en general tienen las edificaciones en cada sitio.

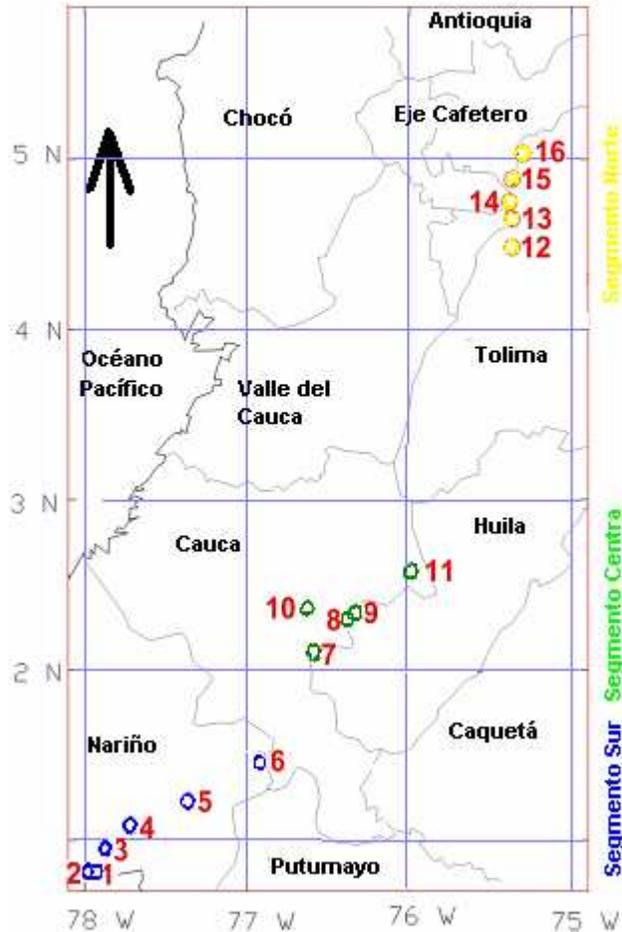


**Figura 9.** Mapa de Amenaza sísmica para Colombia (INGEOMINAS, 1997). Fuente: <http://seisan.ingegominas.gov.co>

De otro lado, con base en criterios geomorfológicos y morfodinámicos del ambiente volcánico, de Colombia, utilizando la fotointerpretación de fotografías aéreas e imágenes de satélite, trabajo de campo e información bibliográfica, el análisis de las estructuras y depósitos genera un inventario de 95 volcanes reportados, de los cuales 38 son clasificados como activos un inventario de 95 volcanes reportados, de los cuales 38 son clasificados como activos históricos o activos latentes con evidencias claras de actividad volcánica durante el Holoceno, de los cuales 14 son los volcanes activos que requieren vigilancia permanente: el V.N. del Huila (5631 m), el V.N. del Ruiz (5310 m), el V.N. del Tolima (5280 m), el V.N. Santa Isabel (5100 m), el V. Galeras (4276 m), el V. Cumbal (4764 m), el V. Chiles (4750 m), el V. Azufral el (4070 m), el V. Cerro Negro de Mayasguer (4460 m), el V. Doña Juana (4250 m), el V. Puracé (4700 m), el V. Sotará (4580 m) , el V. Cerro Bravo (4020 m ?) y el V. Cerro Machín (2750 m).

Colombia posee tres Observatorios Vulcanológicos, encomendados al Ingeominas: Manizales, Pasto e Ibagué. Debería establecerse otro adicional para el monitoreo de los volcanes del segmento central, entre ellos: Huila y Puracé. Como ejemplo, para el segmento norte, la actividad del complejo volcánico Ruiz-Tolima se puede calificar de moderada. Entre los eventos registrados se destacan erupciones plinianas menores de 2 Km<sup>3</sup> del Tolima (10000 a.C.) y el Quindío (9000 a.C.); menores de 1 Km<sup>3</sup> del Tolima (1600 a.C.) y el Ruiz (1200 a.C. y 1595 d.C.); la excepción es un flujo piroclástico Holoceno de 5 Km<sup>3</sup> asociado al Machín. Según Thouret, Murcia, Salinas y Cantagrel, Ingeominas 1.990, las últimas erupciones prehistóricas de tipo pliniana y de flujos piroclásticos datadas, son del Cerro Machín, Cerro Bravo, Tolima y Ruiz (900 d.C., 1250 d.C. y 1600 d.C.). La actividad histórica del Ruiz está representada por los eventos de 1595 (pliniana), 1845 (con flujo piroclástico) y 1985 (sub-pliniana); todas ellas con importantes flujos de lodo, el mayor de todos el de 1845 y el menor el de 1985. Hay un pequeño evento del Tolima cercano al año 1900.

1. Chiles 2. Cerro Negro 3. Cumbal 4. Azufral 5. Galeras
6. Doña Juana 7. Sotará 8. Pan de Azucar 9. Coconucos
10. Puracé 11. Huila 12. Machin 13. Tolima
14. Santa Isabel 15. Ruiz 16. Cerro Bravo



**Figura 10.** Localización de algunos volcanes de Colombia. Segmentos Sur (azul), Centro (verde) y Norte (amarillo). Adaptado de <http://intranet.ingeominas.gov.co>

Entre los eventos de origen volcánico sobresalen los de Armero (1985) y del Huila (1997). Este último similar por sus efectos a los causados por el sismo del Páez (1994). Las zonas volcánicas de Colombia extienden sus áreas de influencia hasta donde los ríos que drenan desde los glaciares de los volcanes nevados, encuentran sus valles de salida: es el caso del flujo de lodo de 60 millones de m<sup>3</sup> que en 1985 destruye Armero a causa de la tercera erupción histórica del V.N. del Ruiz.

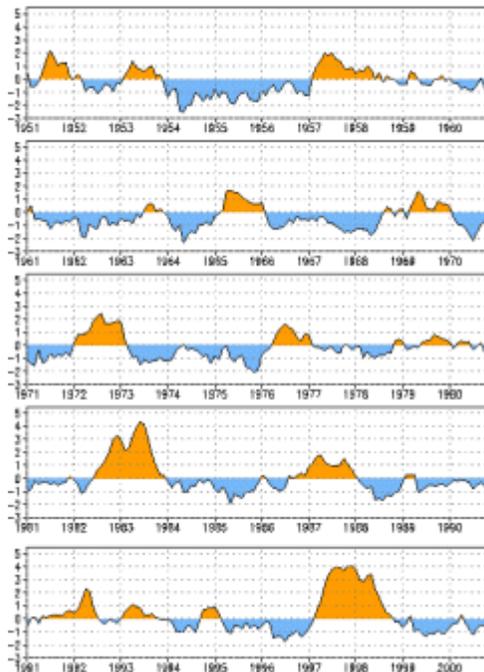
### Desajustes Atmosféricos en Colombia

Colombia se localiza en la zona tórrida y no posee estaciones; de no existir montañas su clima sería ardiente durante todo el año, pero gracias a las tres cordilleras y a la posición intertropical existe variedad de climas, abundante biodiversidad y desarrollos pluriculturales, dado que dichos factores determinan múltiples actividades humanas desde las zonas templadas y frías, pasando por escarpadas laderas y amplias mesetas, hasta los valles intramontañosos de las selvas ardientes generalmente húmedas y ocasionalmente desérticas.

Las cordilleras hacen difícil el desarrollo de la agricultura mecanizada, de las comunicaciones entre subregiones y regiones, y favorece la preservación de las costumbres, modos de hablar e intereses del nivel local.

Por su posición geográfica Colombia se favorece del recurso solar. Según el IDEAM, los valores más altos se presentan en el departamento de La Guajira, Norte y Sur del Magdalena, Norte de Cesar y reducidos sectores de Atlántico, Bolívar, Sucre y Arauca. Le siguen la región Caribe, nororiente de la Orinoquía, amplios sectores de Meta y Casanare y pequeños sectores de los departamentos de Cauca, Huila, Valle, Tolima, Cundinamarca, Boyacá, Santanderes, Antioquia y las Islas de San Andrés y Providencia. Y las zonas con menor intensidad de radiación solar global se presentan en sectores de Chocó, Valle, Cauca, Nariño, Putumayo, Tolima, Eje Cafetero y Santander.

El cambio climático, por ejemplo, puede reducir la extensión de los ecosistemas, y afectar aquellos más frágiles y menos extendidos, incluso hasta hacerlos desaparecer. Al parecer, el cambio climático amenaza con la desaparición de los glaciares, pero igualmente traerá temporadas de lluvias más intensas y sequías más prolongadas. La actual estructura en la tenencia de la tierra puede resultar obsoleta para los actuales usos, cuando la modificación del clima conduzca a nuevas aptitudes.



**Figura 11.** El Niño (amarillo) y La Niña (azul) entre 1951y 2000. Fuente: <http://www.jason.oceanobs.com>

El aumento de la temperatura de la superficie del Pacífico ecuatorial de 4°C a 5° C durante el fenómeno de El Niño o su enfriamiento durante La Niña según la NOAA, como sus consecuencias por la alteración sensible del clima en varias regiones del planeta, se ha venido presentando desde tiempos muy remotos, y eso lo diferencia del controvertido fenómeno de calentamiento global, el cual ahora parece ser causa de la acción antrópica.

Para relativizar las conclusiones del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, aparte de tratar a los ambientalistas como fanáticos, financiaron estudios con académicos escépticos y mercenarios para que en nombre de la ciencia cuestionaran la amenaza de un cambio climático

provocado por la actividad humana, y aseguraran que los datos eran incorrectos, que el fenómeno era natural, o que podía ser causado por tormentas solares, pero nunca por la actividad humana.

Solo hace falta examinar evidencias como la del deshielo en un 50% del Parque Nacional Natural de los Nevados en 25 años, y el inminente riesgo de pérdida de éste y otros ecosistemas cuando la temperatura se incremente en varios grados más, para comprender la urgencia de atender esta amenaza, y mitigar sus efectos mediante medidas relacionadas con la preservación del Medio Ambiente, como estas:

- En primer lugar, las relacionadas con las políticas y los planes forestales, para blindar de paso los efectos sobre el recurso hídrico y la erosión. Sequías prolongadas y lluvias más intensas hacen parte del escenario esperado.
- En segundo lugar, el desarrollo de la hidroelectricidad para mitigar el uso de las plantas térmicas soportadas en combustibles fósiles, y de biocombustibles como alternativas estratégicas para la reestructuración del futuro arco energético, sin comprometer la seguridad alimentaria.
- En tercer lugar, en materia de transporte la utilización de medios y modos más eficientes, así: el estímulo a los medios masivos de transporte público en los escenarios urbanos y el desarrollo del transporte fluvial y del ferroviario para movilizar las cargas.
- En cuarto lugar, la educación ambiental para sensibilizar a la población hacia el uso eficiente y adecuado de los recursos naturales, del agua y de la energía, hacia la protección del medio ambiente y la prevención de los desastres, y para combatir los hábitos que fomentan el consumismo, la contaminación y el despilfarro.

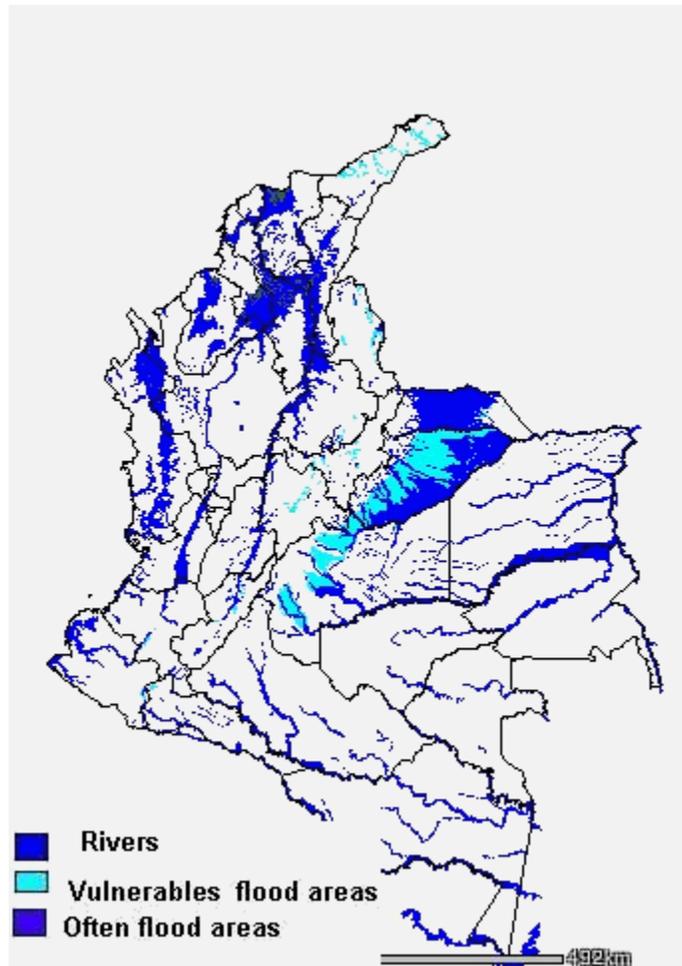
### **Inundaciones y erosión en Colombia**

Son zonas inundables las que por sus características morfológicas resultan anegadas durante la ocurrencia de grandes eventos extraordinarios o periódicos, que involucran importantes volúmenes de agua o de agua y sólidos. Las avalanchas aunque son también movimientos masales rápidos, hacen parte de esta clase de fenómenos. En ellas la relación de agua a sólidos varía entre el 40% y 60%.

Las magnitudes y los efectos de las inundaciones dependen de las características del fenómeno que las causan (lluvias intensas, grandes deslizamientos, rompimiento de presas naturales o artificiales, erupciones volcánicas), como de las del escenario donde ocurren.

Entre los problemas que se presentan con las inundaciones tenemos:

- Anegamiento de las llanuras de inundación con ocasional pérdida de vidas, daños en viviendas, infraestructura y zonas de producción agropecuaria.
- Estancamiento de aguas por deficiencia de drenaje en las áreas, con perjuicio para la población por problemas sanitarios.
- Deriva de cauces inestables en épocas de avenida por carga excesiva en el flujo y erosión de márgenes en la vaguada principal, lo que causa pérdida de puentes, caminos, viviendas y áreas productivas.



**Figura 12.** Ríos y zonas susceptibles a inundación en Colombia. Fuente: Harold Hoyos Góez. [www.monografias.com](http://www.monografias.com)

En la zona andina suelen presentarse dos clases de inundaciones, cada una con características diferentes:

- Primero, las de las planicies deprimidas o zonas de ciénaga, que son inundaciones lentas y relativamente periódicas, que se dan en extensas zonas agrícolas no drenadas, las que permanecen sumergidas una gran parte del año durante la estación invernal. Las comunidades que invaden las llanuras de inundación son las directamente afectadas por estos eventos cuya magnitud varía en épocas diferentes y se acentúa con el deterioro de las cuencas.
- Segundo, las inundaciones súbitas y de incierta ocurrencia, causadas por avenidas de ríos que alcanzan los caudales máximos de sus períodos de retorno de muchos años, o causadas por eventos indirectos que detonan estos fenómenos como son sismos o erupciones, y que son eventos cuya magnitud se incrementa con el mal estado de la cuenca. La utilización de cauces de inundación para construcción de viviendas, cuando no para asentamientos rurales, conduce a desastres que no siempre se registran en las estadísticas oficiales.

El más claro ejemplo de las inundaciones periódicas y lentas se presenta en la Depresión Momposina, hacia la cual drenan los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge y Cesar, donde el fenómeno genera una compleja problemática ambiental, ya que la adecuación de tierras involucra

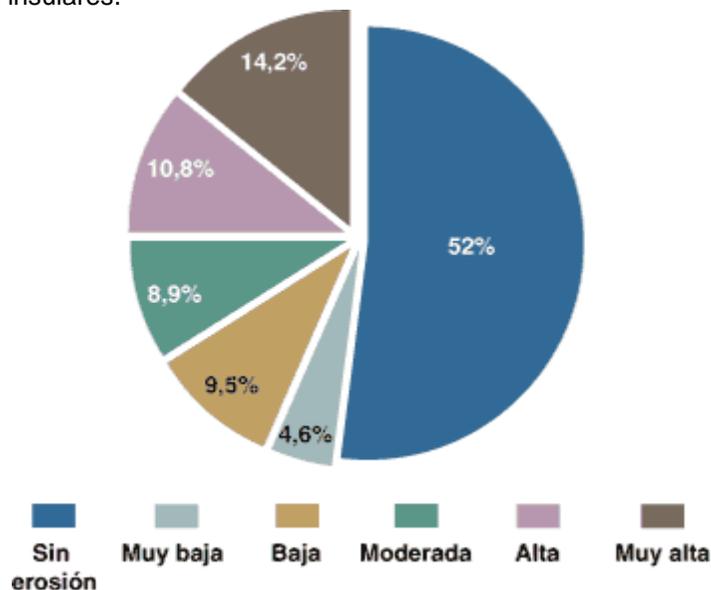
la desecación de las ciénagas de interés para los pescadores, además de la construcción de diques que reducen el amortiguamiento de las crecientes en detrimento de la estabilidad de las áreas aguas abajo. También esta clase de fenómenos se da en el bajo Atrato, aguas abajo de Riosucio Chocó.

La ubicación de las zonas andinas donde se presentan las inundaciones rápidas y ocasionales, como en el caso de Girón Santander y noroeste de Antioquia, varía a lo largo de la geografía andina y no diferencia áreas rurales de urbanas, aunque sus efectos suelen concentrarse en los lugares donde los ríos de montaña encuentran sus valles de salida, o en el ámbito de cuencas deforestadas habida cuenta de la existencia de poblados en sus cabeceras. En estos dos lugares, a la salida de los ríos y aguas abajo de los poblados, es donde se ubican los asentamientos vulnerables debido a que los pobladores no perciben la magnitud del riesgo dada la incertidumbre del fenómeno y su no presencia en el corto plazo precedente, y por supuesto a causa de una planeación que desconoce estos eventos de gran magnitud, períodos de retorno extensos y baja probabilidad de ocurrencia.

Y respecto a la erosión, aunque existen varias formas de erosión, en los andes colombianos interesa la erosión hídrica (pluvial y fluvial), que se intensifica en zonas deforestadas cuando las lluvias de las temporadas húmedas arrecian.

En Colombia se tala al año cerca de 600 mil hectáreas de bosque, especialmente en las regiones de la amazonía y del pacífico, pero el producto va especialmente a los mercados de la zona andina. Además, la tala no sólo se relaciona con la producción maderera y la construcción de infraestructura; también se explica por la expansión de la frontera agrícola, los cultivos ilícitos, la colonización, el consumo de leña y los incendios forestales. Según el Ministerio del Medioambiente, el 19% de la superficie continental e insular de Colombia está cubierta por vegetación especial no boscosa, representada en sabanas, paramos, pantanos y zonas áridas.

Otra fracción equivalente al 1% de dicho territorio está corresponde a aguas, hielos, centros urbanos y regiones insulares.



**Figura 13.** Distribución porcentual de la intensidad de degradación de los suelos y tierras de Colombia por erosión, remoción en masa y/o sedimentación (2000). Fuente: <http://www.ideam.gov.co/indicadores/suelos2.htm>

Según el IDEAM, el 48% de la extensión continental de Colombia en 2000 presentó algún grado de degradación en las formaciones superficiales y de rocas, ya por erosión, remoción en masa o sedimentación. En dicho territorio, el 14.2% presenta una muy alta degradación, el 10.8% una alta

degradación, el 10.8% una degradación moderada, el 8.9% una degradación baja y el 4.6% una baja degradación. Agrega dicho Instituto que las tierras afectadas por el proceso de desertificación totalizan 4'828.875 hectáreas, correspondientes al 4.3% del territorio; y que el proceso alcanza niveles extremos de gravedad y de insostenibilidad, en tanto que en el 0.73% los niveles son moderados y en el 2.89% restantes son leves.

Las áreas más afectadas de la zona andina son: por degradación, la Sabana de Bogotá (91%) y por desertificación Bogotá. Para comparación, a nivel nacional las zonas más críticas son: por degradación la alta Guajira (99%) y alto Meta (91%), y por desertificación Atlántico y la Guajira.

Ya los inviernos más húmedos y los veranos más secos, anuncian el descontrol hídrico y pluviométrico, resultante de la tala de bosques. De cara al clima, los bosques tienen una doble función: retienen humedad y descargan las nubes.

- De la primera función, el resultado es la existencia de las aguas subterráneas y por lo tanto el control hídrico, dado que el caudal de los ríos, en virtud de los manantiales, es casi el mismo en invierno y en verano. Pero lamentablemente, al dismantelar los bosques, hemos dado muerte a las aguas subterráneas.
- De la segunda función, las lluvias resultan más moderadas y bien distribuidas. La condensación del agua en la atmósfera que se establece en el ámbito del bosque, se anuncia con su ambiente húmedo de los musgos y el fresco del aire vecino al follaje. Pero lamentablemente, ya no existen bosques que puedan descargar las nubes en su tránsito hacia la montaña, y así las precipitaciones resultan ser aguaceros a chorros y no lluvias a goteras.

Por el “efecto de pavimento” asociado a los potreros, las escorrentías van a las quebradas de inmediato. Sin bosques, son breves los tiempos de concentración de aguas y enormes los caudales de los torrentes. Así, la erosión de los causes de montaña resulta inminente, mientras que en los valles de salida de los ríos, la sequía y las inundaciones complementan la desgracia.

Entre los fenómenos de construcción y destrucción del relieve, merecen mención la agradación de las erupciones volcánicas y de los cauces en régimen deposicional, y la degradación por procesos erosivos asociados a fenómenos propios de ambientes de montaña y régimen torrencial.

La precipitación es alta en el Chocó y el margen llanero, moderada en la zona cafetera y baja en las zonas desérticas de Colombia (Guajira, Alto Magdalena, Villa de Leiva).

Colombia en su zona andina, tiene fallas, muchas activas, mostrándose en sus laderas inestables zonas con intenso fracturamiento donde los materiales presentan trituración y brechamiento. El Occidente está afectado por las fallas de Romeral y Palestina (rumbo) y el Oriente por el sistema de las fallas frontales de los Llanos (inversa). Ambas son de alto riesgo sísmico. La falla geológica condiciona el drenaje interno y tras todo ello se presenta una cronoestratigrafía en repetidas ocasiones desfavorable puesto que en los estratos de diferentes edades se presentan contrastes de permeabilidad, zonas débiles, etc.

Si se integran en una zona cualquiera de Colombia, aunque sea a nivel regional, un mapa geológico, un mapa tectónico y un cuadro de movimientos masales clasificados, se pueden inferir algunos factores de inestabilidad (inherentes, detonantes, etc.). Si superponemos relieve y sobre-fracturamiento obtenemos zonas más o menos propensas a deslizamientos.

En Colombia las áreas de influencia del sistema Romeral y de las fallas del margen llanero se pondrían en evidencia como zonas altamente inestables. J. Montero (1990)\* señala en Colombia varias provincias con amenaza alta a deslizamiento así:

- Entre la falla Romeral y el Cauca: con rocas metamórficas, rocas con cataclasis y arcillas alófanas remodeladas.
- La cordillera Oriental: con suelos espesos (alteritas) sobre lutitas que son químicamente alterables.
- El margen llanero: muy afectado por el ambiente tectónico y la naturaleza sedimentaria de los suelos.
- Zonas con potentes flujos alterados: como la Estampilla (Manizales), donde se encuentran depósitos fluviotorrenciales alterados y en procesos de movimientos masales.
- Zonas de coluviones: como los de Quebrada Blanca en la vía al Llano.
- Sapolitos: en zonas de debilidad tectónica.

\*Fuente: Manual de Geología para Ingenieros. GDE.

## 5- EPILOGO

### A modo de balance

| <b>Nivel de Amenaza/<br/>Fenómenos</b>        | <b>Nivel Alto</b>   | <b>Nivel Medio a Bajo</b>  |
|---|---|--|
| <b>Terremotos Fuertes (I&gt;VII)</b>          | Costa Pacífica, Eje Cafetero, Santanderes, Cauca, Valle, Margen Llanero.              | Antioquia, Cundinamarca, Tolima, Huila, Boyacá.                        |
| <b>Flujo de Lava Volcánica</b>                |   | Nariño, Huila, Eje Cafetero, Cauca                                     |
| <b>Cenizas Volcánicas</b>                     | Nariño, Huila, Eje Cafetero, Tolima, Cauca.   | Cundinamarca, Boyacá, Antioquia.                                       |
| <b>Flujo Piroclástico</b>                     |   | Nariño, Huila, Eje Cafetero, Cauca, Tolima.                            |
| <b>Flujo de lodo Volcánico</b>                | Huila, Tolima, Caldas.  | Risaralda, Nariño, Cauca, Valle, Quindío.                              |
| <b>Inundaciones súbitas</b>                   | Todos los Departamentos Andinos   |  |
| <b>Inundaciones lentas</b>                    | Chocó, Cundinamarca, Antioquia, Santander, Nariño                                     | Eje Cafetero, Tolima, Valle, Santanderes, Huila, Cauca, Nariño, Boyacá |
| <b>Deslizamientos de tierra o roca</b>        | Todos los Departamentos Andinos   |  |
| <b>Huracanes Fuertes Grado 3 a 5.</b>         | Santanderes, Boyacá, Antioquia, Chocó   | Eje Cafetero, Tolima, Valle  |
| <b>Niña (T&lt;-1,5°C) y Niño(T&gt;+1,5°C)</b> | Todos los Departamentos Andinos   |  |
| <b>Incendios forestales</b>                   | Cundinamarca, Boyacá, Eje Cafetero, Nariño, Tolima, Huila, Santanderes, Valle, Cauca, |  |

**Tabla N° 2.** Nivel de Amenaza en las subregiones de la zona andina colombiana. Fuente: Amenazas en la zona andina de Colombia.

Colombia apenas ha avanzado en el ordenamiento territorial a nivel municipal, y en menor grado de coherencia en el nivel departamental. Para establecer un hilo coherente entre los dos territorios, aunque no se presenta la frecuencia probable de los diferentes eventos, de conformidad con las anotaciones anteriores, estas son las amenazas con sus correspondientes niveles relativos de intensidad, en cada departamento. Ver Tabla N° 2.

Si medio ambiente relaciona Sociedad y Naturaleza, la interfase de los procesos sociales, económicos y culturales, se sitúa en la Atmósfera, Biosfera, Hidrosfera, Litosfera y Antroposfera.

Desde esta perspectiva, la información relativa a las amenazas naturales y antrópicas resulta de vital importancia para la gestión del riesgo, mediante políticas, programas y acciones de prevención y mitigación de los desastres. Pero este conjunto de elementos se relaciona con el modelo de desarrollo, en el cual es evidente la intención de mantener vigente las actividades productivas que utilizan diversas formas de explotación de los recursos naturales y la de bienes que se soportan en recursos escasos y vulnerables, como también la generación de aquéllos que afectan negativamente el medio ambiente.

Si bien la racionalidad del modelo económico desconoce las verdaderas cuentas ambientales y sociales asociadas a la producción de bienes y servicios, el problema se acentúa más cuando la vulnerabilidad del sistema facilita la separación entre costos y beneficios, asociados a la explotación de los recursos naturales, donde los primeros se privatizan y los segundos se socializan ya porque los asume el Estado o la propia sociedad al ver reducida su calidad de vida.

### **Un enfoque final**

Los aspectos geofísicos de los Andes de Colombia, son variados y complejos, por lo que su interesante oferta ambiental incluye potenciales amenazas naturales y ecosistemas estratégicos que demandan acciones integrales urgentes y de largo plazo, no solamente por parte de los planificadores, académicos y autoridades ambientales, sino también por parte de los actores sociales y comunitarios, y en especial del Estado.

Aunque los fenómenos naturales son complejos y difíciles de clasificar, más allá de terremotos y erupciones, el conjunto de amenazas de relevancia para el medio más rural, en el cual se comprometen variados ecosistemas, debe contemplar los fenómenos climáticos, de movimientos masales e hidrometeorológicos.

El recurso hídrico y los bosques deben manejarse integralmente, desde la perspectiva de las cuencas y microcuencas. Las corporaciones regionales deben intensificar la compra de predios estratégicos de cara a la protección de los ecosistemas y al aseguramiento de las fuentes de agua.

Además si bien la reducción de la expansión de las fronteras agrícolas en el medio rural andino a causa de los procesos de urbanización y transformación del medio natural, ya no son problema, también es cierto que el medio rural presenta desequilibrios profundos asociados al uso intensivo de la componente tecnológica: los modelados de laderas para la construcción de las vías a partir de los años 30s, y la deforestación de los sombríos para implantar el monocultivo desde los años 70s. El factor de seguridad de las laderas del medio tropical andino se encuentra en un límite crítico y por lo tanto es uno; cualquier modificación altera su factor de equilibrio de largo plazo.

Además, el territorio andino de Colombia presenta, de un lado, una alta dinámica geofísica y geológica, y de otro, un uso no planificado y una ocupación intensiva del suelo sin políticas ni planes generales de ordenamiento territorial. Estas acciones que resultan ser espontáneas e inapropiadas, se expresan en el desarrollo de asentamientos humanos vulnerables.

Los recursos científicos y tecnológicos actuales facilitan el conocimiento, la modelación, el análisis y la evaluación de las amenazas, lo que facilita las medidas de planeación para la gestión y construcción de un medio ambiente sostenible, en respuesta a una demanda social creciente. El déficit de esta información se ha planteado en los aspectos cuantitativos relacionados con el período y extensión de las amenazas, sin lo cual no es posible avanzar en la planificación con criterios de sostenibilidad en el largo plazo.

## 6- BIBLIOGRAFIA

- Actividad de los volcanes colombianos. Volumen 1. Enero-Junio 1998. INGEOMINAS. [http://productos.ingegominas.gov.co/productos/OFCIAL/geoamena/informes/bol\\_volcanes\\_1\\_98.pdf](http://productos.ingegominas.gov.co/productos/OFCIAL/geoamena/informes/bol_volcanes_1_98.pdf)
- Adiós a 'El Niño' y llega 'La Niña'. <http://www.portafolio.com.co> 6 de Marzo de 2007.
- Allan Lavell. Indicators for Disaster Risk Management. Information and Indicators Program for Disaster Risk Management. IADB - ECLAC – IDEA. Colombia. 2003.
- Álvaro Jaramillo-Robledo. Clima andino y café en Colombia. FNC- Cenicafé. Colombia. 2005.
- Amenazas naturales, antrópicas y tecnológicas. POT de Bucaramanga. [http://www.cdmb.gov.co/mapas/bga/dctos/Damenazas\\_naturales.doc](http://www.cdmb.gov.co/mapas/bga/dctos/Damenazas_naturales.doc)
- Andrés Martínez. Regiones Naturales de Colombia. Colombia es mí Pasión, en: <http://www.todacolombia.com/geografia/regionesnaturales.html>
- Andrew Maskrey. El manejo popular de los desastres naturales. Tecnologías Intermedias. Lima, 1989.
- Ángel Ignacio Ortiz y Mario G. Rodríguez. Topología de áreas no polarizadas. Análisis Geográficos. IGAC. Bogotá. 1984.
- Antón Uriarte Cantilla. Historia del Clima de la Tierra. España, 2003, en: <http://homepage.mac.com/uriarte/historia.html>
- Antonio Cocco Quezada. El Enos, el clima dominicano y las sequías meteorológicas. República Dominicana. 2001. <http://www.acqweather.com/ENOSclima.htm>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98. Ley 400 de 1997. Bogotá. 1998.
- Augusto Ángel Maya. Asentamientos humanos y medio ambiente. Memorias Primer Seminario Nacional Sobre Hábitat Urbano y Problemática Ambiental. ICFES. Manizales. 1989.
- Barry R. G., Chorley R. J. Atmósfera, tiempo y clima. Omega. Barcelona. 1978.
- Basil Booth, Frank Fitch. La Inestable Tierra. Salvat Ed. Barcelona. 1986.
- Bruce Denness. Investigación de deslizamientos en la red vial nacional. Climate Forecasting and its physical and social implications. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 1988.
- Cardona, Omar Darío; Hurtado, Jorge Eduardo. Propuesta Metodológica para los Análisis de Vulnerabilidad. Informe de Consultoría Proyecto UNDR0/ACDI/ONAD para la Mitigación de Riesgos en Colombia. Inédito. Cali, 1990.
- Carmen Candelo, Eloy Corrales, Absalón Machado y Carlos Salgado. Relaciones ONG y Estado en Desarrollo Sostenible. Seminario Taller Internacional. CINEP-IICA. Bogotá. 1995.
- Censo General 2005 Perfil Colombia. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Colombia. [http://www.dane.gov.co/files/censo2005/perfiles/perfil\\_nal.pdf](http://www.dane.gov.co/files/censo2005/perfiles/perfil_nal.pdf)
- Centre International d'Etude des Risques Naturels, en <http://www.risques-naturels.org>
- De la evaluación de amenazas al control de riesgos – la Estadística y las catástrofes naturales. XVII Simposio de Estadística. Hansjürgen Meyer. OSSO. 2007. [http://www.ciencias.unal.edu.co/estadistica/simposio/cursos/Hans\\_Meyer.pdf](http://www.ciencias.unal.edu.co/estadistica/simposio/cursos/Hans_Meyer.pdf)
- Caracterización de las Amenazas Naturales. Web de la Organización Panamericana de la Salud, 2005, en: <http://www.disaster-info.net/watermitigation/e/publicaciones/EstudioVEN/cap2.PDF>
- Desastres naturales y antrópicos, consecuencias legales. En <http://www.monografias.com/trabajos10/natantr/natantr.shtml>
- Desastres y Desarrollo: Hacia un Entendimiento de las Formas de Construcción Social de un Desastre: El Caso del Huracán Mitch en Centroamérica. Red de estudios sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Panamá. 2000. <http://www.desenredando.org/public/articulos/2000/dyd/index.html>

- Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños. Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales. O.E.A.. Washington, D.C. 1991. <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/begin.htm#Contents>
- Enrique láñez ¿Un papel para la biotecnología? Instituto de Biotecnología. Universidad de Granada. <http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/agricultura.htm#01>
- Gonzalo Duque Escobar. Amenazas Naturales en los Andes de Colombia. Cátedra Pedro Nel Gómez. Medellín. 2007. <http://gduquees.bogspot.com>
- Gonzalo Duque Escobar. Geotecnia y medio ambiente. Universidad Nacional de Colombia. <http://www.galeon.com/geologiayastronomia/listado.htm>
- Gonzalo Duque Escobar. Historia de los procesos urbanos y económicos del Eje Cafetero. Universidad Nacional de Colombia. En: <http://www.galeon.com/geologiayastronomia/listado.htm>
- Gonzalo Duque Escobar. Manual de Geología para Ingenieros, Universidad Nacional de Colombia. Manizales, 1998. En [www.geocities.com/manualgeo\\_00](http://www.geocities.com/manualgeo_00)
- Gonzalo Duque Escobar. Riesgo en zonas de montaña por laderas inestables y amenaza volcánica. VII Curso Internacional Sobre Microzonificación y su Aplicación al Planeamiento Urbano para la Mitigación de Desastres- CISMID". Lima, 1995.
- Gonzalo Duque Escobar. Sismo, bahareque y laderas. <http://www.galeon.com/geologiayastronomia/listado.htm>
- Hans Jurgen Meyer y Andrés Velásquez. Costa Pacífica, Amenaza y Riesgo sísmico. OSSO. Desastres & Sociedad. N°1. La Red. 1993.
- Harold Hoyos Góez. Flood management and slums formation in Magdalena's River Basin- Colombia. 2005. <http://www.monografias.com>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, Colombia. En: <http://www.ideam.gov.co/index4.asp#> y <http://www.ideam.gov.co/indicadores/suelos3.htm>
- Instituto Nacional de Investigaciones en Geociencia, Minería y Química INGEOMINAS: El sismo de Popayán de 31 de Marzo de 1983. Bogotá. 1986.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. Web del INETER, en: <http://www.ineter.gob.ni/geofisica/sis/vulne/cali/3-justificacion.htm>
- Jaramillo, Juan Diego. Percal, un modelo de vulnerabilidad urbana y escenarios de pérdidas-Caso Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal. Seminario Taller sobre Vulnerabilidad Sísmica y Escenarios de Riesgo. CARDER, Pereira. 2001.
- Juvenal Medina Rengifo. Fenómenos geodinámicos: estudio y medidas de tratamiento. Tecnología Intermedia ITDG, Perú. 1991.
- Jorge Orlando Melo. Etnia, región y nación: El fluctuante discurso de la identidad (notas para un debate) ensayos, comentarios y reseñas sobre Colombia. Historia, Política Y Cultura. Bogotá, 1992. En: <http://www.geocities.com/historiaypolitica/etnia.htm>
- Juan Santiago Eliseo Reclus. Colombia. Bogotá. 1853. (Biblioteca Luis Angel Arango), en: <http://www.lablaa.org/blaavirtual/geografia/colomb/colom0.htm>
- Kagoshima Internacional Conference on Volcanoes. Japan. 1988.
- Lungo, Mario; Baires, Sonia. De terremotos, derrumbes e inundaciones. Red y Fundes. San Salvador. 1996.
- Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres CEPAL, 2003. En: <http://www.disaster-info.net/watermitigation/e/publicaciones/CEPAL/index.html>
- Mendoza Peñuela, Carolina; Sánchez Calderón, Fabio Vladimir Riesgos ambientales: Apuntes para una nueva perspectiva desde la construcción social del espacio. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2004.
- Michel Hermelín. Medio ambiente y plan de desarrollo municipal. SNPAD de Colombia. Bogotá. 1993.
- Michel Hermelín (Ed). Entorno natural de 17 ciudades de Colombia. Fondo Editorial Universidad EAFIT, Sociedad Colombiana de Geología y Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Colombia. Medellín. 2007.

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Social. República de Colombia. Política de modernización agropecuaria y rural. 1994-1998. Avances y ejecuciones en la región del occidente. Bogotá. 1995.
- O. Arango; C.A. Caro; F. Maldonado; M. Pabón; P. Pineda; G. Rodríguez; V. Zuluaga. Sociedad y Medio Ambiente. Subregión 1 en Risaralda. Carder-Facultad de Ciencias ambientales. UTP. Pereira. 1998.
- Observatorio Sismológico del Sur Occidente OSSO. Archivos Macrosísmicos. Universidad del Valle. Cali. 1995.
- OPS/ DIRN. Crónicas de un desastre. Huracanes George y Mich. Washington, D.C. 1999.
- Pabón, J. D., Zea, J., León, G., Montealegre, J., Hurtado, G. & González, O.. El Medio Ambiente en Colombia. La atmósfera, el tiempo y el clima. IDEAM. Bogotá. 1998.
- Radiación Solar. IDEAM. En: <http://www.ideam.gov.co/radiacion.htm>
- Relieve colombiano. En: <http://pwp.supercabletv.net.co/garcru/colombia/Colombia/relieve.html>
- Robertson, Kim; Flórez, Antonio; Ceballos, Jorge Luis. Geomorfología volcánica, actividad reciente y clasificación reciente. Universidad Nacional de Colombia & IDEAM. Bogotá. 2002.
- Rosario Saavedra y Gonzalo Duque Escobar. La catástrofe del eje cafetero en un país sin memoria. Revista Cien Días N°43. CINEP. Bogotá. 1999.
- Santodomingo J. Índice Potencial de Inundación (IPI). Venezuela. (2006). Estado Bolívar-Venezuela". Trabajo Publicado en: [www.ilustrados.com](http://www.ilustrados.com) y [www.monografias.com](http://www.monografias.com)
- Sarria Molina, Alberto. Ingeniería Sísmica. Universidad de los Andes. ECOE ediciones, Ediciones UNIANDES, Bogotá 1995.
- Simkiin T., Siebert L., McClelland L., Bridge D., Newhall D., Latter J.H.. Volcanoes of the world. Smithsonian Institution, USA. 1968.
- Tipos de Ecosistemas. Región Andina. Ministerio del Medio Ambiente. Colombia. [http://web.minambiente.gov.co/biogeo/menu/biodiversidad/regiones/andes/tipos\\_ecosistemas.htm](http://web.minambiente.gov.co/biogeo/menu/biodiversidad/regiones/andes/tipos_ecosistemas.htm)
- Thouret, Jean-Claude; Cantagrel, J-M; Robin, C.; Murcia, A.; Salinas, R.; Cepeda, H. Quaternary eruptive history and hazard-zone model at Nevado del Tolima and Cerro Machin volcanoes, Colombia". Journal of volcanology and geothermal research. Medellín. 1995.
- Thouret, Jean-Claude; Murcia, A; Salinas, R; Parra, E; Cantagrel, Jean-Marie. Stratigraphy and quaternary eruptive history of the Ruiz-Tolima volcanic massif, Colombia. Implications for assesment of volcanic hazards. Symposium international géodynamique andine. Paris, 1990.
- Virginia García Acosta. Las Sequías históricas de México. CIESAS. Desastres & Sociedad. N°1. La Red. 1993.
- Yurisbel Gallardo Ballat y Oscar Brown Manrique Indicadores de sequías. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba. <http://www.monografias.com/trabajos44/indicadores-sequias/indicadoressequias.shtml>

## 7- INDICE

### PRESENTACIÓN

#### 1- INTRODUCCIÓN

Las regiones naturales de Colombia

Subregiones andinas de Colombia

#### 2- EL MEDIO ANDINO NATURAL EN COLOMBIA

La geología andina de Colombia

El clima andino de Colombia

Los suelos andinos de Colombia

La hidrografía andina de Colombia

#### 3- LAS TRANSFORMACIONES

Las regiones culturales de Colombia

El hábitat andino de Colombia  
Ecosistemas y revolución verde  
4- LAS AMENAZAS EN COLOMBIA  
Sismos y volcanes en Colombia  
Desajustes Atmosféricos en Colombia  
Inundaciones y erosión en Colombia  
5- EPILOGO  
A modo de balance:  
Un enfoque final  
6- BIBLIOGRAFÍA  
7- ÍNDICE

Manizales; noviembre 23 de 2007

\*Gonzalo Duque-Escobar: Ingeniero Civil con estudios de posgrado en Geotecnia, Geofísica y Economía. Profesor Especial de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. E-mail: [gonzaduque@gmail.com](mailto:gonzaduque@gmail.com)