

**INFLUENCIA DE LA INTERVENCIÓN ANTRÓPICA EN
LA OCURRENCIA DE PROCESOS DE LADERA.
MICROCUEENCA DE LA QUEBRADA RAMOS,
FLANCO NORANDINO VENEZOLANO***

Influence of the anthropic action in the occurrence of slope processes
in the Quebrada Ramos Basin. Venezuelan Andes Northern Flank

*Katty Montiel Albornoz,
Edith Gouveia Muñetón,
Eloy Montes Galbán*

RESUMEN:

El objetivo de este trabajo es analizar la influencia de la intervención antrópica en la ocurrencia de procesos de ladera, en la microcuenca de la quebrada Ramos. Para ello se efectuó un análisis de las condiciones biofísicas a través del método heurístico (Van Westen, 2003) y se identificaron las variables espaciales de mayor incidencia en la dinámica local, mediante la teledetección, inspección de campo y la aplicación de un modelo bajo plataforma SIG, donde el núcleo esencial es el análisis simultáneo de características geográficas y de la componente espacial (Bosque *et al.*, 1994). Se lograron representar tres niveles de amenaza: baja, moderada y alta, los cuales fueron correlacionados con el comportamiento geológico, procesos morfogenéticos actuantes y la

* Recibido: 26-07-2007. Aceptado: 17-10-2007.

influencia de la intervención antrópica en la amenaza geomorfológica por inestabilidad de laderas. El análisis de los mecanismos implícitos en el colapso de material geológico y, detección de las áreas de mayor amenaza, constituyen las bases para una adecuada mitigación del problema de procesos de ladera potencialmente peligrosos y el aporte de sedimentos al sistema fluvial de la quebrada Ramos, cuenca del río Motatán, perteneciente a la hoya hidrográfica del Lago de Maracaibo

PALABRAS CLAVE: Geomorfología, ciencias de la tierra, topografía, comportamiento, sistema de información geográfica.

ABSTRACT:

The objective of this present study is to analyze the influence due of the anthropic influences on the processes affecting slopes in basin at Quebrada Ramos. An analysis of biophysical conditions has performed through a heuristic method (Van Westen, 2003) and space variables were identify in local dynamics by remote sensing technical, and land inspection job a model platform under the GIS application, where the essential nucleus is the simultaneous analysis of geographic characteristics of the space component (Bosque et al., 1994). It was managed to represent three levels of threat: low, moderate and high, which were correlated with the geologic behavior, operating morphogenetic processes and the influence of the anthropic action in the geomorphological threat by slope instability. The analysis of the implicit mechanisms in the collapse of geologic material and detection of the areas of greater threat, constitutes the bases for a suitable mitigation of the problem of dangerous slope and sediment processes to the fluvial system of the quebrada Ramos Motatan river basin, belonging to the Maracaibo's lake basin.

KEY WORDS: Geomorphology, earth sciences, topography, behaviour, geographical information systems.

INTRODUCCIÓN

La ciencia avanza en cómo protegernos de manera eficaz de las amenazas o peligros naturales, adoptando medidas que los mitiguen, ya que es imposible suprimir los efectos destructivos de estos fenómenos. Esas medidas son conocidas y forman parte del denominado “manejo de desastres”, donde el análisis de amenazas, juega un papel esencial. El análisis de peligros o amenazas es una tarea del manejo de desastres y permite conocer aquellos aspectos que determinan el surgimiento, desarrollo y manifestación del fenómeno capaz de causar un desastre, sin lo cual no es posible concebir ni el más elemental plan de manejo (Seco, 2004).

La amenaza por inestabilidad de las laderas es acuciante en el flanco norandino venezolano, donde el relieve se convierte en un componente físico-geográfico de singular importancia en el análisis de los problemas ambientales, por cuanto sufre modificaciones por el efecto combinado de alteraciones en otros componentes o, directamente por el hombre y su dinámica, y determina o influye sobre los cambios en otros componentes de la envoltura geográfica.

Según Díaz *et al.*, (2002), la posición científica fundamental que más se desarrolla en estos momentos, está relacionada con el importante papel que el hombre ha jugado en el surgimiento de transformaciones negativas en la naturaleza, y en donde está enmarcado el presente estudio, tanto irreversibles como reversibles, mediante la explotación irracional de los recursos naturales y el uso de la tierra. Estas transformaciones ambientales se producen por acciones antrópicas y por fenómenos naturales sobre un fondo geomorfológico, por lo cual el análisis del relieve y de su base geológica, juega un importante papel. Como producto de esta situación, muchas contingencias son debidas a la ligereza e irreflexión del hombre ante el entorno físico, así como en la planificación y aplicación de medidas preventivas y correctivas de los abusos.

EL PROBLEMA

La expansión demográfica que ha experimentado la población venezolana, en las últimas décadas, ha propiciado su concentración en centros urbanos, poblados y caseríos en áreas montañosas; se asientan generalmente en espacios que no son contemplados en los planes de ordenamiento territorial, ni en los planes rectores del crecimiento urbano de las ciudades. En muchos casos, se ocupan áreas consideradas como reservas forestales, de vocación diferente a la urbana, parques nacionales o zonas protegidas como es el caso de la cuenca del río Castán, en el estado Trujillo.

Lamentablemente, en numerosos casos, se trata de asentamientos humanos, desarrollo de actividades económicas y prácticas agrícolas no conservacionistas en terrenos peligrosos, es decir, sitios donde existe la posible acción de un fenómeno natural potencialmente dañino, capaz de producir cambios radicales en el medio ambiente, ante los cuales, la comunidad difícilmente podrá responder de manera eficaz ante la prevención, y evitar pérdidas, tanto materiales como humanas.

Así, se observa como las poblaciones ocupan lechos de ríos y quebradas, laderas con pendientes pronunciadas y zonas de taludes inestables. Con el agravante de usos agrícolas inadecuados que contribuyen a la afectación por colapsos de materiales rocosos, sedimentación acelerada, degradación progresiva, lagunas de obturación e inundaciones. De esta manera, su presencia se convierte en un detonante de la amenaza presente.

El flanco norandino venezolano, y particularmente, la microcuenca quebrada Ramos, afluente del río Castán, importante área productora de agua para la ciudad de Trujillo, presenta graves problemas de degradación de los suelos, causada por la expansión de la frontera agrícola en tierras de altas pendientes y, por prácticas inadecuadas de manejo de la tierra y de los cultivos; esto ha traído como consecuencia,

la ocurrencia de procesos de ladera, cambios en el régimen hídrico y en la calidad de las aguas.

En el estado Trujillo, la intervención antrópica constituye un permanente modificador de los elementos que conforman la superficie de la tierra con un efecto desestabilizador sobre áreas montañosas. Las principales modificaciones que contribuyen con la inestabilidad de las laderas trujillanas, están representadas por la modificación de las condiciones naturales del agua superficial, cortes en la geometría de las laderas, cambio de la estructura y condiciones de la capa superficial de suelo por prácticas agrícolas inapropiadas sobre áreas susceptibles, pastoreo, métodos de labranzas inadecuados, tala de bosques, degradación de la cobertura vegetal y ocupación del espacio sin planificación. Numerosas y extendidas son las áreas andinas que atestiguan la fragilidad de su relieve, donde se evidencian un sinnúmero de mecanismos morfogenéticos naturales y antrópicos que dañan el medio montañoso andino en detrimento de su utilización óptima (Vivas, 1992). Estudios que datan desde hace más de 20 años, (González, 1974), manifiestan que en este estado andino venezolano, existen áreas que han sufrido un proceso de degradación progresivo, lo que ha sido causa de que grandes extensiones sean consideradas como tierras marginales.

Al inspeccionar la microcuenca quebrada Ramos, se aprecia cómo el hombre ha ocupado y aprovechado económicamente espacios críticos, convirtiéndose en un ente acelerador y víctima de fenómenos, que representan una tendencia evolutiva de la naturaleza. Además, la zona está sometida a fuertes precipitaciones, que unidas a las condiciones geológicas y geomorfológicas, incrementan los niveles de amenaza por procesos de laderas violentos, y por ende de inestabilidad de laderas.

En este sentido, este trabajo está orientado a analizar la influencia de la intervención antrópica en la ocurrencia de procesos de ladera en la microcuenca de la quebrada Ramos, para lo cual se identifican y representan en un mapa digital, los procesos de ladera potencialmente

dañinos así como también, los efectos de la intervención humana como agente desencadenante de dichos procesos. Se pretende que éste análisis constituya un aporte para realizar una adecuada y exitosa planificación territorial de esta región.

CONTEXTO GEOGRÁFICO

La microcuenca de la quebrada Ramos se ubica en el territorio trujillano, específicamente, en las parroquias Monseñor Carrillo y Chiquinquirá del municipio Trujillo, con una extensión de 3350 hectáreas. Pertenece a la hoya hidrográfica del Lago de Maracaibo, cuenca del río Motatán, subcuenca del río Castán. Astronómicamente, está localizada entre las siguientes coordenadas geográficas: latitud norte: 9° 18' 23" y 9° 20' 53" y longitud oeste: 70° 27' 24" y 70° 30' 12". Sus límites son, al norte con la microcuenca media del río Castán; al sur con la microcuenca de la quebrada San Cristóbal; al este con la microcuenca del río Castán; y al occidente con la microcuenca de la quebrada Aguas Claras (figura 1).

Su morfología es montañosa, con altitudes que fluctúan entre los 880 m.s.n.m., a nivel de Las Adjuntas y los 2.500 m.s.n.m., en la montaña del Humo. La abruptez de la topografía y los bruscos desniveles caracterizan la torrencialidad de las vertientes y su alta susceptibilidad a los procesos erosivos. En relación con el clima, según la estación climatológica Trujillo - Liceo, la precipitación promedio anual es de 1011 m.m. (Ministerio del Ambiente, 2006). La temperatura media anual corresponde a 23°C. El mes más cálido es julio, con una temperatura media del aire 24,3°C y el mes más templado es diciembre, con 22,1°C.

La microcuenca de la quebrada Ramos, según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2001), presenta, de acuerdo con la proyección para el año 2007, una población de 20. 270 habitantes y la densidad del municipio Trujillo es de 128,91 hab. /Km². En esta

microcuenca está comprobada la vocación agropecuaria, por lo que la actividad agrícola vegetal constituye su base económica, el uso tecnológico es bajo y la mano de obra es familiar (Padovano, 1994). Mayormente, la producción agrícola se origina en zonas de pendientes o declives muy fuertes. Los sistemas de riego son relativamente consolidados y el uso a la tierra es bastante intensivo, mediante la siembra permanente. Se observa una marcada preferencia de los productores del área, por los cultivos de café, piña, naranjo, aguacate, cultivos de ciclo corto (maíz, caraota, papa, tomate, zanahoria, cilantro, entre otros) y raíces (yuca, apio, guaje, ñame y otros) que ofrecen una cobertura muy pobre al suelo. La forma de tenencia de la tierra principal es la explotación directa, es decir, el propietario explota directamente la tierra con su trabajo (propiedad del cultivador) o con trabajo asalariado.

CONTEXTO TEÓRICO

El término amenaza. Una definición muy difundida y utilizada, principalmente en el campo de la ingeniería es la ofrecida por Varnes (1984), quien define el peligro o amenaza como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino dentro de un período específico de tiempo y dentro de un área. Verstappen (1985), define el término amenaza «como un fenómeno natural o antrópico que puede afectar la vida humana, las propiedades o las actividades de la sociedad. Barret *et al.* (1991) la definieron como una condición (natural o antrópica) del medio, que puede ejercer una influencia adversa sobre la vida humana, las propiedades o las actividades. En este sentido, los términos peligro y amenaza son considerados como sinónimos. A juicio de estos autores y sus conceptualizaciones sobre amenaza antes analizados, el hombre ejerce una singular influencia en los fenómenos geomorfológicos que traducen amenaza, en clara referencia a su origen y a su comportamiento, así como también, a su frecuencia e intensidad, de ahí lo sugerente de utilizar el término amenaza y no amenaza natural.

El análisis de la amenaza. Llamada también evaluación de peligros, es una expresión que se utiliza para definir al proceso de estimación de las probabilidades de ocurrencia de fenómenos potencialmente dañinos, en áreas localizadas y dentro de un determinado período de tiempo (Coburn, 1991); es una tarea esencial del manejo de desastres y se ejecuta en su fase de preparación. Constituye un elemento esencial en la evaluación de riesgos. En efecto, si se considera que Peligro + Vulnerabilidad + Elementos de riesgo = Riesgo, queda expresado que la evaluación del peligro o amenaza es un punto de partida para la determinación de los riesgos. Pero además, la evaluación de peligros constituye, de por sí, una tarea que brinda resultados de un alto valor y que puede tener una aplicación práctica inmediata.

Los procesos de ladera. También llamados movimientos de masa, bajo términos globales encierran distintas manifestaciones de estos fenómenos. Así, los especialistas angloparlantes acuñaron el término *landslide*, que literalmente significa deslizamiento de tierra, al que tanto la Asociación Internacional de Geología, como la Organización de las Naciones Unidas para la Cultura y las Artes (UNESCO) y la United Nations Relief Organization (UNDRO), le han otorgado un significado más amplio, indicando que *landslide*, corresponde a una categoría de fenómenos caracterizados por movimientos de masa donde la gravedad es la principal fuerza en juego y la velocidad del desplazamiento es una de sus principales características. En relación con las ideas expuestas, se puede decir que los procesos de ladera son aquellos movimientos de masas de suelo, detritos y rocas que ocurren en una ladera como resultado de la influencia directa de la gravedad, y serían desencadenados por factores internos o externos, o bien, estos procesos ocurren cuando una porción de la ladera se vuelve muy débil para soportar su propio peso (Alcántara, 2000); acá se utilizará el término procesos de ladera para referirse al conjunto de movimientos de masa.

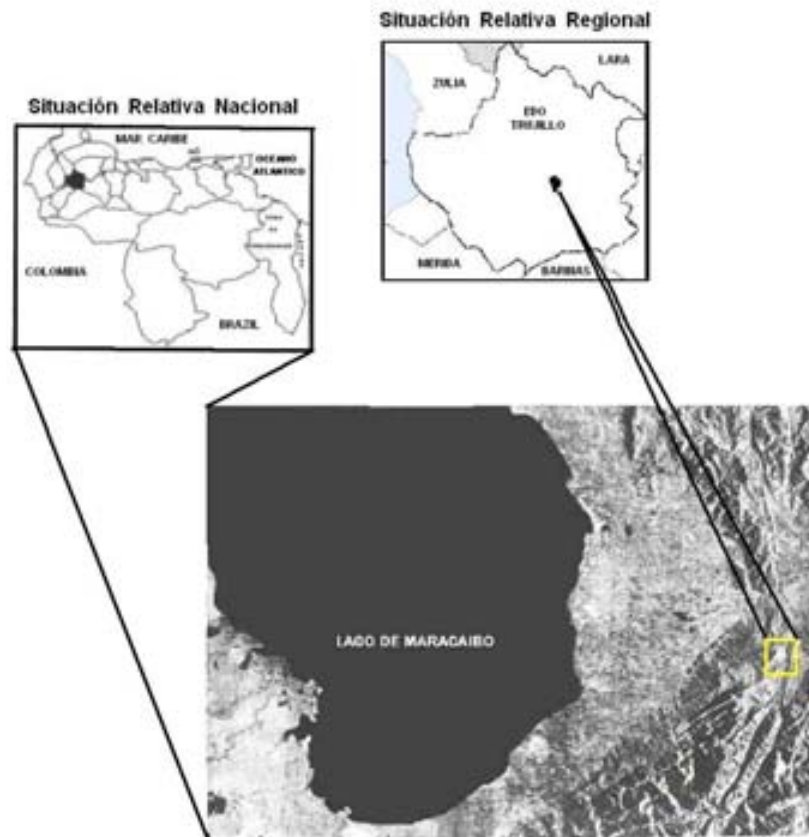


Figura 1. Ubicación relativa de la microcuenca de la quebrada Ramos. Estado Trujillo

Fuente: Imagen de Venezuela. Una visión espacial. Petróleos de Venezuela, S. A, 1992

Estos movimientos serían derrumbes o deslizamientos; los materiales desplazados incluirían formaciones superficiales o rocas *in situ*, tiene límites nítidos y representan generalmente, una parte limitada

de la vertiente. Los deslizamientos (*landslides*), aparecen a lo largo de una vertiente, incluso en pendientes débiles (Survey, 1981 en Ayala, 1990). Sobre el asunto, los especialistas franceses, utilizan en su lenguaje científico, el término movimientos de masa rápidos, y engloba formas de desplazamiento como derrumbe o deslizamiento e incluye todos los materiales que serían puestos en movimientos, rocas coherentes y formaciones de pendientes diversas (Moret, 1980 en Flageollet, 1989).

La inestabilidad de laderas. Constituye el mecanismo mediante el cual los materiales constituyentes de la ladera ajustan su inclinación y altura, según los cambios ocurridos en las condiciones hidroclimáticas, geomorfológicas y bióticas (DeGraff, 1985). La reducción de los efectos de estos procesos geomórficos debe partir de una investigación acerca de la inestabilidad de las laderas, que permita identificar cuáles son las laderas que generarían procesos dañinos ante situaciones que las desestabilicen como sismos, intensas lluvias y la intervención antrópica.

Los estudios de inestabilidad de las laderas se han desarrollado en las dos últimas décadas como parte de las tareas de ordenamiento y planificación de los territorios, de los trabajos de construcción de obras de ingeniería y en la evaluación de riesgos. Estos trabajos se sustentan en el supuesto teórico de que el comportamiento de los procesos de ladera en el pasado reciente (esencialmente el Holoceno) proporcionan pistas válidas para la predicción de su comportamiento en el futuro inmediato. Al respecto, Crozier (1984), destaca que existen diferentes enfoques metodológicos en este campo; uno de ellos es el método directo o heurístico, donde la cartografía se basa en la experiencia, se establece directamente la relación entre los deslizamientos y sus condicionantes geológico-geomorfológicos (Van Westen, 2003). Con la ayuda de los SIG, se asignan pesos de significación ponderados (criterios de expertos) a los distintos factores geológicos-geomorfológicos y humanos que condicionan los procesos de inestabilidad de ladera y posteriormente, se combinan cada uno de estos factores utilizando técnicas de evaluación multicriterio.

Evaluación del grado de inestabilidad. A juicio de Seco (1996) constituye un aspecto aún en desarrollo; su precisión aguarda por un mejor conocimiento de las causas y mecanismos de los procesos de ladera y de la selección de los parámetros en que debe basarse la predicción. El autor expone que toda ladera que sufre movimientos puede volverlos a sufrir en el futuro; en tal sentido, la detección de procesos de ladera es parte integrante de la predicción de la inestabilidad. Se ha considerado que la determinación del grado de inestabilidad se basa en el análisis de un conjunto de factores que sirven de indicadores como el relieve, clima, drenaje, litología e influencias antrópicas (Seco, 2004).

METODOLOGÍA EMPLEADA

La evaluación de la amenaza geomorfológica por inestabilidad de laderas, incluye la definición del criterio biofísico; se fundamenta en el análisis de la geología, geomorfología, uso de la tierra y precipitaciones, mediante la teledetección, inspección de campo y la toma y análisis litológico de muestras rocosas de la microcuenca.

La teledetección, inspección de campo y la cartografía. Mediante la interpretación de ortoimágenes del año 1996, misión 0103118 del Instituto de Geografía de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB) y la comprobación de campo en el año 2007, se obtuvo el mapa geomorfológico presentando las formas y procesos observables en el área de estudio; de igual manera, se logró el mapa de uso de la tierra. El mapa geológico fue digitalizado a partir de los mapas de geología de superficie: E-4-C, y E-4-D, a escala 1: 50.000 de la Creole Petroleum Corporation, (1963). Sobre la base de las cartas topográficas, hojas 6144 SO y 6143 NO, escala 1: 25.000, edición 1-DCN 1965, (IGVSB) y la aplicación de SIG se obtuvo el mapa de pendientes de la microcuenca.

Los análisis convencionales de muestras rocosas. Un total de veinte muestras fueron seleccionadas en áreas representativas de la constitución litológica de la microcuenca Quebrada Ramos en enero de 2007. El cálculo de la densidad de granos se realizó mediante la fórmula: $D_g = \text{masa} / \text{volumen}$. La descripción litológica se realizó mediante el uso de HCL y ácido nítrico y una lupa estereoscópica. Las muestras fueron cortadas en forma cúbica y cilíndrica y fueron limpiadas con un equipo de destilación (Soxhlet). Para las muestras cilíndricas se utilizó el Porosímetro de Boyle, previamente se calcularon los valores de longitud y diámetro del volumen total de la muestra, y mediante la ecuación $\text{Porosidad} = \text{Volumen de Poros} / \text{Volumen Total}$, se calculó el valor de la porosidad al Helio. Con las muestras de forma cúbica, el valor de la porosidad fue medido en una bomba de mercurio y se determinó el volumen total de la muestra por diferencia volumétrica y, por inyección de mercurio se estimó la cantidad de poros vacíos presentes y se obtuvo el valor de la capacidad acumulativa de las muestras.

Mediante un permeámetro se hizo pasar, a través de las muestras, un gas bajo condiciones de presión de flujo, medida del caudal, área transversal, longitud de la muestra y viscosidad del fluido; estos parámetros fueron llevados a la Ecuación de Darcy, lo que permitió el cálculo de la permeabilidad al gas en cada muestra. El método utilizado para el cálculo de la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C), fue el de Titulación Conductométrica. Los datos de conductividad producto de la titulación se graficaron en función del volumen de sulfato de magnesio (MgSO_4) utilizado; la gráfica originó dos rectas de pendientes opuestas, cuya intersección es el punto final de la titulación arrojando los datos finales tabulados en la discusión de los resultados. Los datos obtenidos fueron considerados dentro de la aplicación del método heurístico.

El análisis de la amenaza. A lo largo de este artículo se intenta hacer énfasis en la distribución de la ocurrencia de colapsos de ladera

y, procesos de vertientes generadores de desequilibrio morfogenético mediante el enfoque geomorfológico, cuyo objetivo es determinar la variación espacial de la inestabilidad de las laderas y su representación cartográfica mediante el mapa de amenaza geomorfológica. La investigación se basa en el análisis de los procesos geomorfológicos que actúan sobre el terreno, el mapeo de los procesos de ladera y de los factores ambientales que afectan la inestabilidad de las laderas; estimación de las relaciones entre los factores y los fenómenos de inestabilidad y, la clasificación del terreno en dominios de diferentes grados de amenaza, de acuerdo con las relaciones detectadas (Van Westen, 2003), en combinación con el enfoque analítico (Hansen, 1984); se elaboran una serie de mapas temáticos que se evalúan separadamente y después se integran para alcanzar una visión general del área de estudio (figura 2).

Para esta tarea se aplicó el análisis espacial mediante un SIG, específicamente el IDRISI 32, donde el núcleo esencial es la evaluación simultánea de las características temáticas y de la componente espacial de los objetos geográficos (Bosque *et al.*, 1994) y el estudio multicriterio (EMC), integrado a la tecnología SIG, permitiendo automatizar muchos de sus métodos. Así el estudio de los SIG y EMC permitieron llevar a cabo procedimientos simultáneos de análisis en cuanto a los dos componentes del dato geográfico: espacial y temático (Gómez y Barredo, 2005). La evaluación multicriterio se llevó a cabo mediante la Combinación Lineal Ponderada (CLP), que permite obtener el mapa de amenaza, a través de la combinación lineal ponderada de las cartografías correspondientes a los distintos factores que influyen en la inestabilidad (Ordóñez y Martínez, 2003). Su expresión matemática es:

$$M = \sum_i p_i x_i,$$

donde: M: mapa de amenaza; p: pesos asignados a cada factor y x_i : factores.

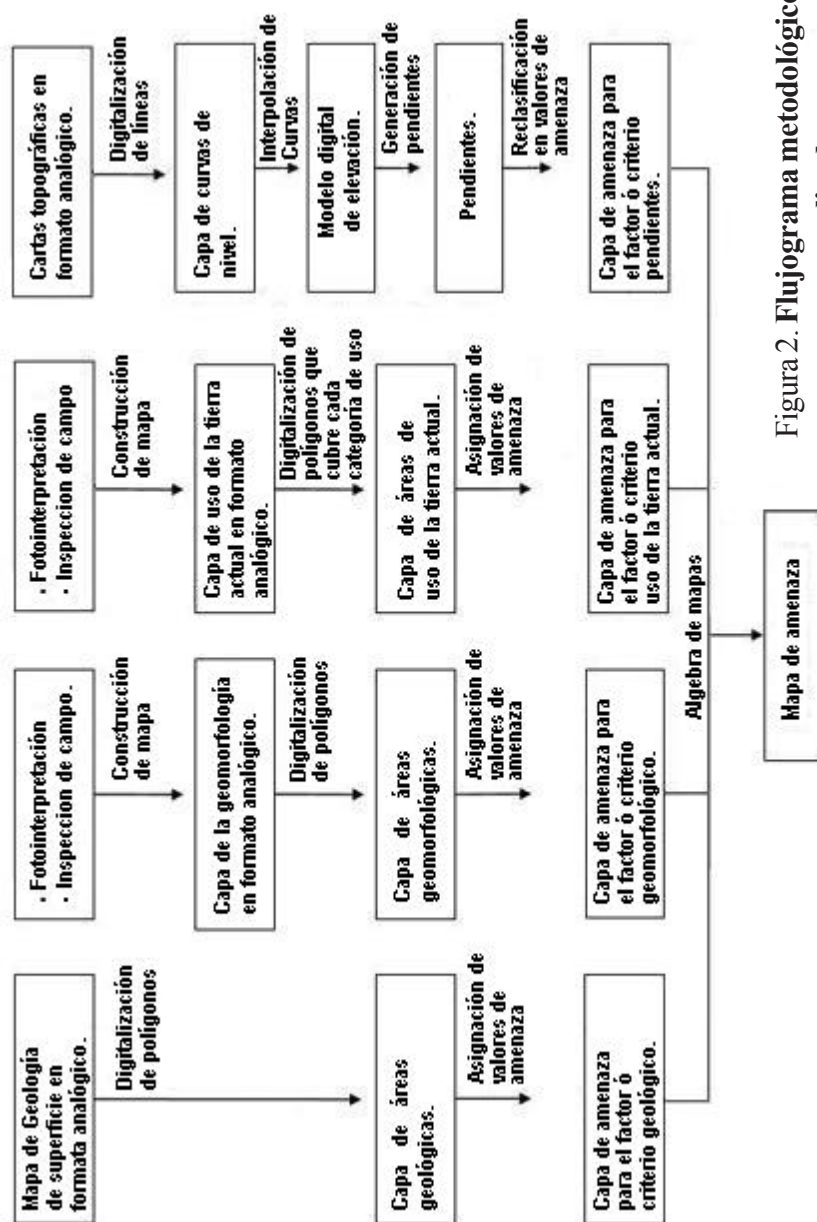


Figura 2. Flujoograma metodológico generalizado

Para cada variable geográfica se analizaron las diferentes propiedades que afectan las laderas y en dependencia de su importancia, se establecieron jerarquías y pesos a los factores considerados (Gómez y Barredo, 2005), y se expresaron cuantitativamente con el peso de ponderación para cada uno de ellos en el potencial de desencadenamiento de procesos de ladera, los valores adoptados tienen un carácter orientativo y están basados en el conocimiento empírico (método heurístico), (cuadro 1). Se asumió la Tasación simple (rating methods) que consiste en prefijar un valor inicial (p.e. 100) a partir del cual se asigna una cantidad en función de la preponderancia de cada criterio, y así con cada uno hasta lograr una completa y coherente distribución de los cien valores (Gómez y Barredo, 2005).

Asumiendo que los sistemas actuales utilizan frecuentemente números enteros para representar todos los tipos de información en las superposiciones se consideró la propuesta de Barredo *et al*, (2000) y se definen 3 rangos de amenaza: la *amenaza baja* (1), conforma áreas donde no hay fenómenos dañinos (deslizamientos de tierra, desprendimiento de rocas, entre otros). Se espera que ocurra en los próximos años, se asume que el uso de la tierra sea el mismo; la *amenaza moderada* (2), representa áreas de moderada probabilidad de que aparezcan fenómenos dañinos en los próximos años que pudieran ocasionar algún tipo de impacto negativo a las infraestructuras y edificaciones. Además, los daños esperados son localizados y serían prevenidos con medidas de estabilización relativamente simple y económica; y la *amenaza alta* (3), constituye áreas donde es alta la probabilidad de la ocurrencia de un fenómeno dañino en los próximos años, este evento ocasionaría daños considerables en infraestructuras y edificaciones. La construcción de nuevas infraestructuras en esta área, deben acometerse sólo si se realiza antes un estudio bien detallado.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Es de resaltar la importancia que tiene en este sentido, el estudio de variables que contribuyen con la inestabilidad de las laderas de la microcuenca Quebrada Ramos, como: la pendiente del terreno, la

litología (expresada como unidades litoestratigráficas), la disposición estructural y su relación con la inclinación de las laderas, la precipitación y principalmente, la influencia negativa de la intervención antrópica (Soeters y Van Western, 1996).

La conformación geológica-estructural de la microcuenca Quebrada Ramos es muy compleja, debido al sistema de fallas activas que la conforman, generan extensas áreas tectonizadas y deformación de las rocas aflorantes, lo que desarrolla amplias superficies de rocas cataclásticas y numerosos planos de debilidad como respuesta mecánica al fracturamiento de un material rígido y frágil, comportándose como factor determinista de procesos de ladera y amenaza geomorfológica moderada y alta.

Variables o Factores	Peso Relativo	Parámetros y/o Categorías	Nivel de Amenaza	Valor
Geomorfológicos	0.20	Deslizamientos activos e inactivos	Alto	3
		Derrumbes	Alto	3
		Esguerramiento laminar	Moderado	2
		Solifluxión	Moderado	2
		Cárcavas	Moderado	2
		Surcos	Moderado	2
		Cauce de río	Moderado	2
Pendientes	0.20	<15°	Bajo	1
		15°-45°	Moderado	2
		> 45°	Alto	3
Uso de la Tierra	0.35	Café exposición al sol	Alto	3
		Bosques medianos densos-café bajo sombra	Moderado	3
		Cultivos agrícolas	Alto	3
		Bosque denso-cultivos agrícolas	Moderado	2
		Bosque bajo denso	Bajo	1
		Barbecho desnudo	Alto	3
		Matorral degradado	Moderado	2
Geológicos	0.25	Rocas metamórficas tectonizadas. Asociación Mucuchachí	Moderado	2
		Rocas sedimentarias tectonizadas. Grupo Cogollo	Alto	3
		Contacto de falla	Alto	3
		Buzamiento de las capas	Alto	3

Cuadro 1. Pesos y valores asignados de acuerdo al método heurístico

SIGNIFICADO DEL COMPORTAMIENTO GEOLÓGICO Y LOS PROCESOS MORFOGENÉTICOS ACTUANTES

Numerosas son las áreas de amenaza alta por inestabilidad de laderas en rocas sedimentarias del cretáceo, que conforman

morfoalineamientos afectados por desplazamientos de material geológico, es decir, movimientos ladera abajo de masa de suelo, detritos o roca que ocurren sobre superficies reconocibles de ruptura o discontinuidades geológicas importantes como las fallas Sabaneta, El Suero y el sistema de fallas activas de Trujillo con orientación NE (figura 3). Los planos de estas fallas, constituyen una causa de desplazamientos rocosos, ya que aíslan bloques de materiales que quedan libres para moverse. Se distinguen afloramientos rocosos duros en sí mismos pero muy fragmentados por la fuerte actividad tectónica, lo que contribuye a la activación de procesos morfológicos en vertientes empinadas que inducen marcadamente al desequilibrio natural (Vivas, 1992). La erosión en los taludes de material no consolidado remueve el soporte necesario para el material superior, por lo que se desliza y rompe la estabilidad, este desplazamiento es muy rápido debido al buzamiento de las capas.

Los complejos morfoestructurales de la microcuenca Quebrada El Suero (afluente de la quebrada Ramos), favorecen el desarrollo de amplios sistemas de surcos y cárcavas, así como también, desplazamientos de materiales rocosos, sobre todo, en áreas de alta pendiente, deforestadas, quemadas, con pastos y cultivos agrícolas y como lo afirman Cooke y Doornkamp (1974), también en vertientes con estratos que decrecen en su resistencia al aumentar el contenido de agua en las rocas generadoras de alta amenaza por inestabilidad de laderas, donde el balance morfogenético se inclina a favor de la erosión. El alto grado de meteorización que presentan las formaciones geológicas aflorantes, así como también su alto grado de fracturamiento, favorecen la presencia de procesos de ladera violentos que han transformado considerablemente amplias superficies en tierras improductivas.

La falla de Trujillo pone en contacto a la Asociación Mucuchachí con el Grupo Cogollo, del Cretáceo Medio. Sus afloramientos se presentan muy diaclasados y meteorizados y, según los resultados de los análisis convencionales de laboratorio, los valores de capacidad de intercambio catiónico (C.I.C), son muy bajos (cuadro 2), lo que determina suelos muy fuertemente lixiviados y los consecuentes sistemas

de surcos y cárcavas, escurrimiento laminar generalizado y cicatrices de deslizamientos activos en la microcuenca El Suero, manifestándose como áreas de amenaza alta. Gran parte de los afloramientos rocosos de la microcuenca Quebrada Ramos, están altamente meteorizados física y químicamente. La descomposición mineralógica provoca ruptura y colapso de materiales.

Los análisis convencionales de un total de 20 muestras frescas de la cuenca, indican que las rocas tienen valores de porosidad y permeabilidad bajos (cuadro 2) y presentan baja capacidad de almacenamiento de fluidos. Sin embargo, el avance de agua a través de los poros se debe a la presencia de amplios sistemas de diaclasas y fracturas en rocas cataclásticas en las microcuencas Quebrada Ramos y El Suero. El agua se cuela por el material fracturado y disminuye la fricción entre los granos, ello contribuye a una pérdida de cohesión y ocasiona procesos de alteración profunda, desprendimiento y transporte (Montiel *et al*, 2001), así como también, el lavado de minerales y materiales finos por infiltración, esto último evidenciado por los resultados de densidad de granos de los análisis convencionales.

En este sentido, las precipitaciones (dos períodos de lluvia de alta intensidad y corta duración durante el año: abril-junio y septiembre-noviembre), constituyen un factor que incide en los procesos de alteración de laderas ya que de su intensidad y magnitud, depende la descomposición de la roca, así como también la saturación del material meteorizado en las vertientes, el escurrimiento, la formación de torrentes y crecidas fluviales. En efecto, el agua activa procesos morfogenéticos desde los más simples a los más catastróficos, especialmente, cuando se trata de precipitaciones. Los datos obtenidos demuestran una alta densidad de granos en las muestras seleccionadas, lo que evidencia la presencia de minerales pesados susceptibles a la alteración (cuadro 2). Esta característica hace que rocas consideradas geotécnicamente como fuertes se comporten como débiles (cuadro 2), con condiciones morfodinámicas de desequilibrio y amenaza geomorfológica moderada y alta.

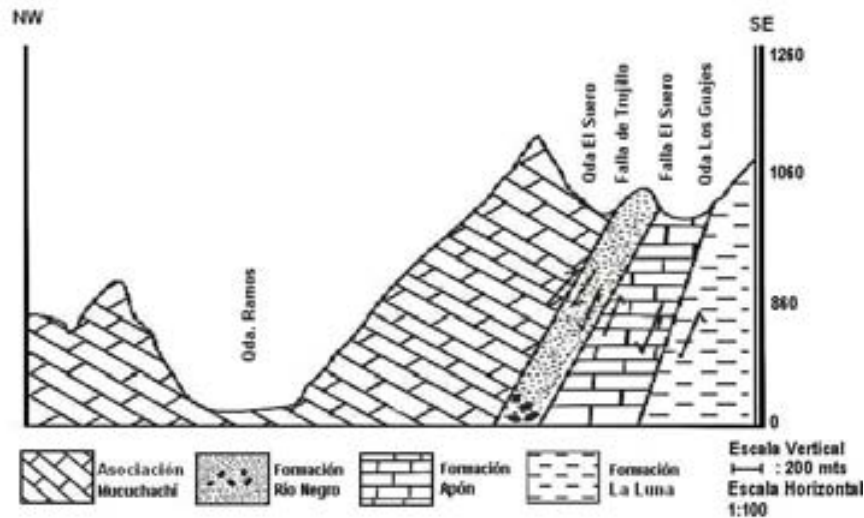


Figura 3. **Perfil geológico-topográfico de la sección Quebrada Ramos-Los Guajes**

Fuente: Base; mapas de Geología de Superficie: E-4-C, y E-4-D de la Creole Petroleum Corporation, 1963 y cartas topográficas, hojas 6144 SO y 6143 NO. IGVS, 1965.

La litología predominante de las muestras seleccionadas consiste, principalmente, en filitas y cuarcitas en capas deformadas muy fisiles, abigarradas, con planos de clivaje paralelos cruzados por diaclasas continuas, abiertas e interceptantes en diferentes direcciones y areniscas conglomeráticas a menor escala de la Asociación Mucuchachí, de edad Paleozoica, se presentan altamente meteorizadas por lo que se reduce su fuerza de resistencia. Los planos de falla están rellenos por esquistos cloríticos con buzamiento de 50 grados, fracturados y meteorizados con matriz limo-arcillosa. Afloran, además, calizas y lutitas de la formación La Luna; areniscas conglomeráticas intercaladas con lutitas de la formación Río Negro; calizas grises duras y densas de la formación

Apón y areniscas, calizas y lutitas de la formación Aguardiente (cuadro 2); todas en contacto de falla (figura 5) y constituyen superficies potenciales al colapso de material geológico.

LA INTERVENCIÓN ANTRÓPICA Y SU INFLUENCIA EN LA AMENAZA GEOMORFOLÓGICA POR INESTABILIDAD DE LAS LADERAS

El efecto de la convergencia de factores naturales y humanos en la microcuenca de la quebrada Ramos, propicia el desarrollo de variados procesos de ladera, desde la reptación hasta derrumbes generalizados, ello determina una morfogénesis activa con altos niveles de amenaza geomorfológica. Esta característica de amenaza alta se relaciona, principalmente, con la intervención antrópica, las condiciones geológicas, el ángulo de inclinación de las pendientes (figura 6) y las precipitaciones.

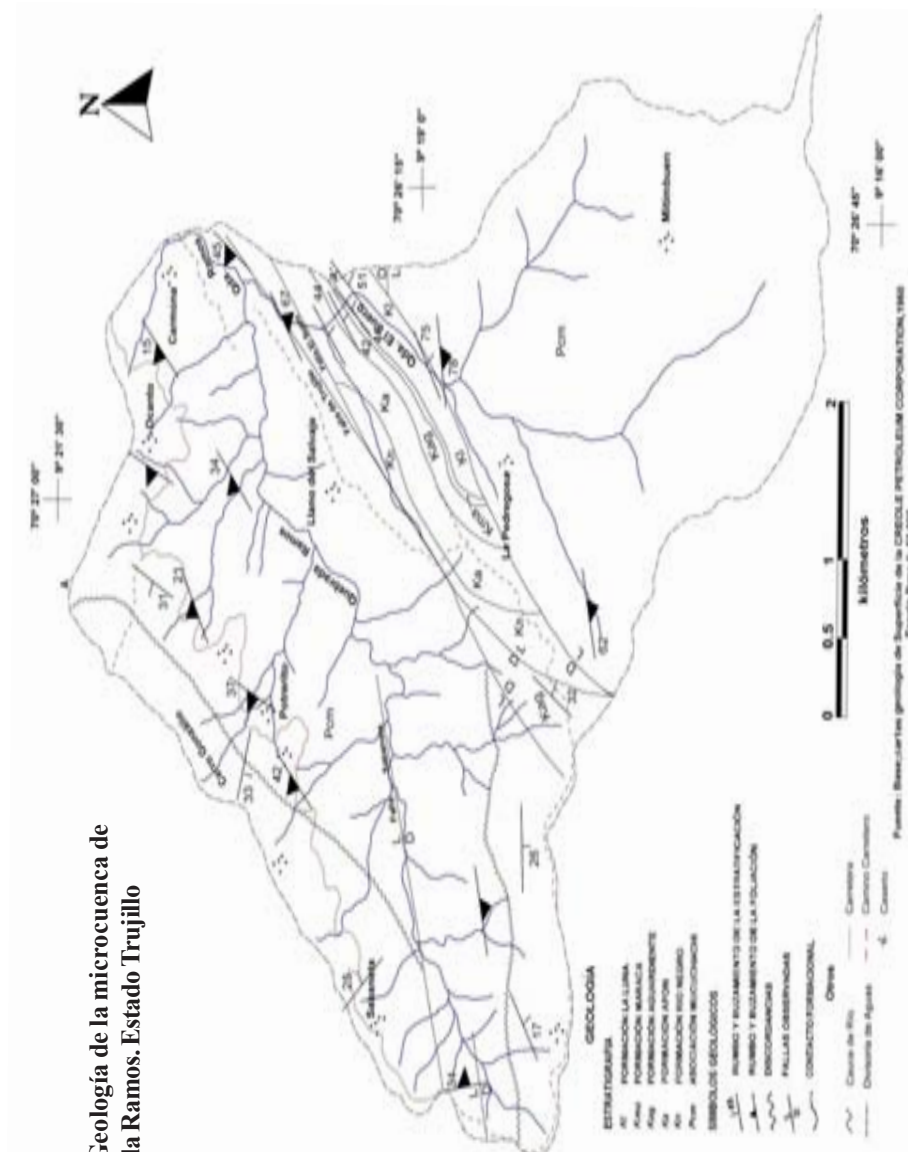
La intervención antrópica adquiere especial significado en la microcuenca de la quebrada Ramos, al dejar desprovistas las formaciones geológicas aflorantes de sus cubiertas de alteritas, induce a un aumento de los procesos erosivos y gravitacionales en las áreas deforestadas y con fuertes pendientes. La influencia de estos procesos antrópicos unida a las condiciones naturales contribuyen con el desarrollo de medios morfodinámicamente activos y de amenaza geomorfológica moderada y alta, observado también, en otras localidades andinas venezolanas (Montiel y Seco, 2006).

La microcuenca se caracteriza por la poca cobertura vegetal, pendientes que sobrepasan los 45° (figura 6), con cursos de agua tipo torrencial y vertientes altamente susceptibles a los procesos erosivos. El sobrepastoreo y la agricultura de autoconsumo (cuadro 2), contribuyen notablemente con la degradación progresiva y procesos de ladera. Estos procesos ocurren sobre las vertientes en función de su inclinación (Gueremy y Vogt, 1987) y se dinamizan en áreas intervenidas (cuadro 3) con prácticas agrícolas no conservacionistas que reducen la vegetación primaria.

N° de Muestra	Descripción Litológica	Permeabilidad Ka (md)	Porosidad (%)	CIC Meg/granos	Densidad de Granos (grs/cc)	Fuerza Comprimida Uniaxial Kg/cm ²	Descripción (dureza) *
1	Filita, gris oscuro, con fracturas mineralizadas.	308	6	0.86144	3.02	1000	R 4
2	Filita con mediana fisilidad y fracturas evidentes.	<0.01	3.13	0.88695	2.685	1000	R 4
3	Areniscas pardo rojizas, cementada con sílice.	<0.01	7	0.71178	3.30	800	R 3
4	Filita, dura, con zonas oxidadas en niveles de fracturamiento.	6.97	24	0.87738	2.82	1000	R 4
5	Caliza, gris muy dura, con niveles de fracturas paralelas mineralizadas por calcita.	<0.06	5	1.54119	2.92	1100	R 4
6	Arenisca, gris claro, con matriz limo arcillosa.	0.05	5	1.54855	2.91	500	R 3
7	Arenisca conglomerática, gris claro con cuarzoes variados.	5.16	7	0.11176	2.81	3000	R 5
8	Arenisca conglomerática con granos variados en tamaño.	<0.01	2.00	0.25111	2.73	1000	R 4
9	Arenisca conglomerática con cuarzoes variados.	<0.01	4.13	0.04183	2.861	1000	R 4
10	Lutita, gris oscuro, muy dura, subfísil, calcárea y pirítica.	<0.01	5.69	0.88092	2.291	800	R 3
11	Caliza, gris, muy dura, con niveles de fracturas paralelas mineralizadas por calcita.	<0.01	3.021	0.05325	2.790	800	R 3
12	Lutita, bien compactada, subfísil y calcárea.	<0.01	1.379	0.04648	2.748	800	R 3
13	Arenisca conglomerática, gris claro, con cuarzoes variados	5.54	7	0.11145	2.81	700	R 3
14	Caliza gris oscuro, dura, bien compactada y pirítica	<0.01	5.73	0.04057	2.798	1800	R 4
15	Lutita gris oscuro, muy dura, muy bien compactada, subfísil, y calcárea.	<0.01	5.24	0.92624	2.694	800	R 3
16	Lutita gris oscuro, muy dura, bien compactada, pirítica, y calcárea	<0.01	6.06	0.88692	2.706	800	R 3
17	Caliza gris oscuro, muy dura, bien compactada y pirítica.	<0.01	6.41	0.03453	2.875	800	R 3
18	Caliza gris oscuro, muy dura, cristalina, pirítica, con fracturas mineralizadas	<0.01	3.04	0.69889	2.588	300	R 2
19	Filita gris oscuro con fracturas mineralizadas.	<0.01	23.11	0.87785	2.578	300	R 2
20	Areniscas pardo rojizas, cementada con sílice.	<0.01	34.52	0.88944	3.921	300	R 2

Escala de dureza de la roca de Jennings. R1: roca, muy débil; R2: roca débil; R3: roca moderadamente fuerte; R4: roca fuerte y R5: roca muy fuerte

Cuadro 2. Resultados de los análisis convencionales de muestras litológicas del área de estudio



En general, se observa que los suelos están desprovistos de cobertura vegetal, con una agricultura rudimentaria, sin control, efectuada por los campesinos de la zona. La falta de planificación urbana y la práctica indiscriminada de la tala y la quema ocasiona desequilibrio en las vertientes, aumento en los procesos hídricos a manera de escurrimiento laminar que atacan amplias superficies, así como también, el desarrollo de sistemas de surcos y cárcavas. Estas cárcavas representan los procesos erosivos de mayor dinámica en el área y están asociados con cultivos agrícolas. La cuenca media de la quebrada El Suero, se caracteriza por una geodinámica que genera condiciones precarias de equilibrio morfogenético, se demuestra por la presencia de cicatrices de deslizamientos activos, acarcavamientos profundos, sistemas de surcos que evolucionan a cárcavas, escurrimiento laminar y amplias áreas de denudación, asociados a áreas intervenidas, que generan áreas de moderada y alta amenaza geomorfológica por inestabilidad de laderas (figura 7). La cubierta vegetal original o clímax casi no existe, observándose relictos boscosos en la falda de La Pedregosa, con árboles que alcanzan alturas hasta de 25 mts.

Los movimientos de tierras y excavaciones para construir carreteras y múltiples caminos engranzonados, rompen -en los sectores Ramos, Potreritos, Sabanetas, Ocanto, La Pedregosa, entre otros- los perfiles de equilibrio de las laderas y condicionan derrumbes y deslizamientos. Estas excavaciones trastornan el equilibrio de las pendientes al eliminar una parte de su sostén. En este sentido, se eliminan los materiales que están en la base de la pendiente que es la zona más vulnerable y la que soporta mayores tensiones.

Por otro lado, la producción agrícola de la microcuenca, se desarrolla en las zonas altas. Los sistemas de producción predominantes son de cultivos anuales que actúan como factor desencadenante de procesos de ladera (cuadro 3) y áreas de amenaza alta, debido a que los sistemas de cultivos anuales se fundamentan, básicamente, en la explotación del café con técnicas inadecuadas y a favor de la pendiente.

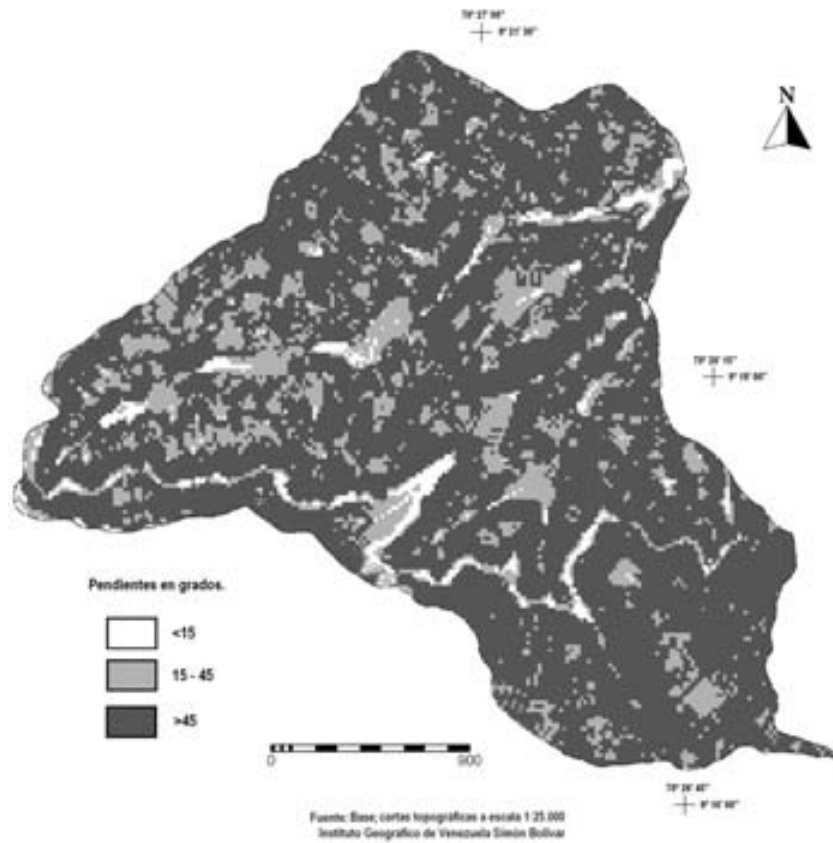


Figura 6. Pendientes de la microcuenca de la quebrada Ramos. Estado Trujillo

Este cultivo está ubicado en la parte noroeste, centro y sureste de la cuenca, en áreas de pendientes abruptas de más de 45 grados de inclinación, en relieves muy accidentados, donde existe alta degradación del suelo por efecto de la erosión. Las mayores pérdidas de suelos ocurren en el barbecho desnudo y en los sistemas de cultivo de café bajo sombra con frutales, seguido por el café sin sombra (figura 8); se incrementan en los máximos de lluvia, coincidiendo con las épocas de labores de deshierbe y cosecha del cultivo de café y principalmente, en cafetales tanto en sombra como al sol, sin prácticas conservacionistas y sin cobertura vegetal (Arellano, 2000), asociados a procesos de vertientes erosivos y denudativos. Los bosques densos están confinados a áreas muy reducidas ya que ocupan sólo el 8,22% en relación con el área total de la microcuenca (cuadro 3).

Se observa con preocupación, en las vertientes de la quebrada El Suero, que los agricultores siembran años tras año el mismo tipo de cultivo, ocasionando deforestación en áreas altamente tectonizadas y de pendiente abrupta, ello acelera los procesos erosivos, escorrentía, aumento de la infiltración y en consecuencia, el desarrollo de áreas de amenaza geomorfológica alta por inestabilidad de las laderas (figura 7). La situación se agrava cuando se remueve la parte superficial del terreno o descapote que funciona como una segunda capa de protección natural contra la erosión. Según Padovano (1994), el 21,34% de los productores del área, siembran sus cultivos a favor de la pendiente, condición que favorece los fenómenos erosivos y procesos de inestabilidad de laderas; el 0,61%, siembra a curvas de nivel y el restante 78,05%, usa la combinación de las dos formas de siembras anteriores, pero sigue el dominio de los cultivos a favor de la pendiente.

Categorías de Uso de la Tierra	Áreas por cada Uso de la Tierra		Áreas de deslizamientos en cada categoría de Uso de la Tierra	
	Ha.	%	Ha	%
Café exposición al sol	154,96	4,6	8,938	4,75
Bosques med.densos-café bajo sombra	1901,7	56,76	74,628	39,62
Cultivos agrícolas	458,04	13,67	80,426	42,70
Bosque denso-cultivos agrícolas	363,4	10,85	16,039	8,5
Bosque bajo denso	275,3	8,22	0	0
Barbecho desnudo	61,39	1,83	0	0
Matorral degradado	135,21	4	8,327	4,42
Totales:	3350	100	188,358	100

Cuadro 3. Relación entre el uso de la tierra y los deslizamientos de la microcuenca de la quebrada Ramos. Estado Trujillo

Así mismo, en las partes alta y media de la cuenca, se localizan sistemas de cárcavas y surcos asociados a cultivos menores de subsistencia, se presenta una alta degradación, especialmente en los afloramientos de la Asociación Mucuchachí, que desde el punto de vista geotécnico, representa alta inestabilidad cuando se interviene. El uso de estas tierras, sin un criterio de planeamiento, está activando procesos morfogenéticos erosivos graves.

Se evidencia además, el crecimiento anárquico de numerosos caseríos tales como: Ramos, La Pedregosa, Sabaneta, Ocanto, Potreritos, Llano del Salvaje y Mitimbuen; entre otros, emplazados en vertientes con pendientes altas y de amenaza moderada y alta; así como también, carreteras asfaltadas, sistemas de caminos carreteros engranzonados hacia zonas de cultivos y vías de comunicación principales que alteran el equilibrio de las pendientes, sobrepasan el ángulo de reposo de las laderas y fungen como detonantes de derrumbes generalizados que contribuyen a acelerar los niveles de amenaza geomorfológica. Incluso, la intervención de las laderas con pendientes moderadas, generan producción y acarreo de sedimentos y a futuro ocasionaría la aparición de áreas de amenaza alta. La mayoría de los procesos de ladera

desarrollados acá se presentan a lo largo de carreteras y áreas marginales con altos valores de pendiente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. De la experiencia obtenida en este estudio, se deduce la importancia de identificar las condiciones generadoras y detonadoras de procesos de ladera violentos, responsables de amenaza geomorfológica por inestabilidad de laderas y su zonificación y representación en diferentes rangos mediante mapas digitales. Esta información puede ser interpretada como una probabilidad espacial que permite la orientación para el ordenamiento de cuencas hidrográficas prioritarias como la microcuenca de la quebrada Ramos, que requiere un esfuerzo coordinado por parte de las instituciones, entes gubernamentales y la participación activa de la población para su preservación y conservación.
2. En las áreas de altas pendientes, se presentan los problemas más graves de erosión, debido fundamentalmente a la acción del hombre en su búsqueda mejores tierras para la agricultura y la ganadería y se constituye en un factor de desequilibrio morfodinámico. Como resultado, se observa la proliferación de deslizamientos y derrumbes activos asociados al incremento de la frontera agrícola en detrimento de los bosques primarios y áreas de preservación; solo el 8,22% corresponde a la vegetación primaria sin intervención antrópica; el área ocupada por los cultivos agrícolas, presenta el 42,70% de los deslizamientos que ocurren en la microcuenca. Esto es preocupante si se parte del precepto de que sectores que han sido afectados por diversos procesos de ladera, presentan las

probabilidades más altas de que los mismos factores desencadenantes se generen en el futuro.

3. El uso de la tierra, específicamente, las actividades agropecuarias, han originado la construcción de una amplia red vial, que en cierta medida facilita el acceso a las unidades de producción; no obstante, la proliferación de vías agrícolas carecen, en muchos casos, de una planificación adecuada con criterios conservacionistas, justificación social y/o criterios técnicos. La construcción de vías agrícolas trae consigo la destrucción de la cobertura vegetal y en consecuencia, la aparición de procesos de ladera y un mayor acarreo de sedimentos al sistema fluvial de la microcuenca; es producto de la falta de coordinación de los organismos competentes, control y supervisión de la vialidad que permita resguardar los derechos de vía y el control para el cumplimiento de las normas mínimas para el trazado de caminos y carreteras.
4. Tomando en consideración la alta amenaza que corren las poblaciones situadas dentro de la microcuenca, así como su desequilibrio ambiental, se recomienda vigilancia y control efectivo de la tala y la quema, reforestar a gran escala, construir terrazas de banco y el establecimiento de barreras vegetativas que protejan los suelos de la excesiva erosión.
5. Se recomienda, establecer disposiciones especiales y la elaboración de proyectos conservacionistas que eviten la construcción de viviendas en las vertientes y márgenes de ríos de la microcuenca, construcción de las nuevas vías de penetración, promover campañas para concientizar a la población a fin de cumplir las disposiciones reglamentarias para la eliminación del pastoreo intensivo en laderas de altas pendientes y proclive a procesos de ladera dañinos que puedan generar un mayor deterioro ambiental.

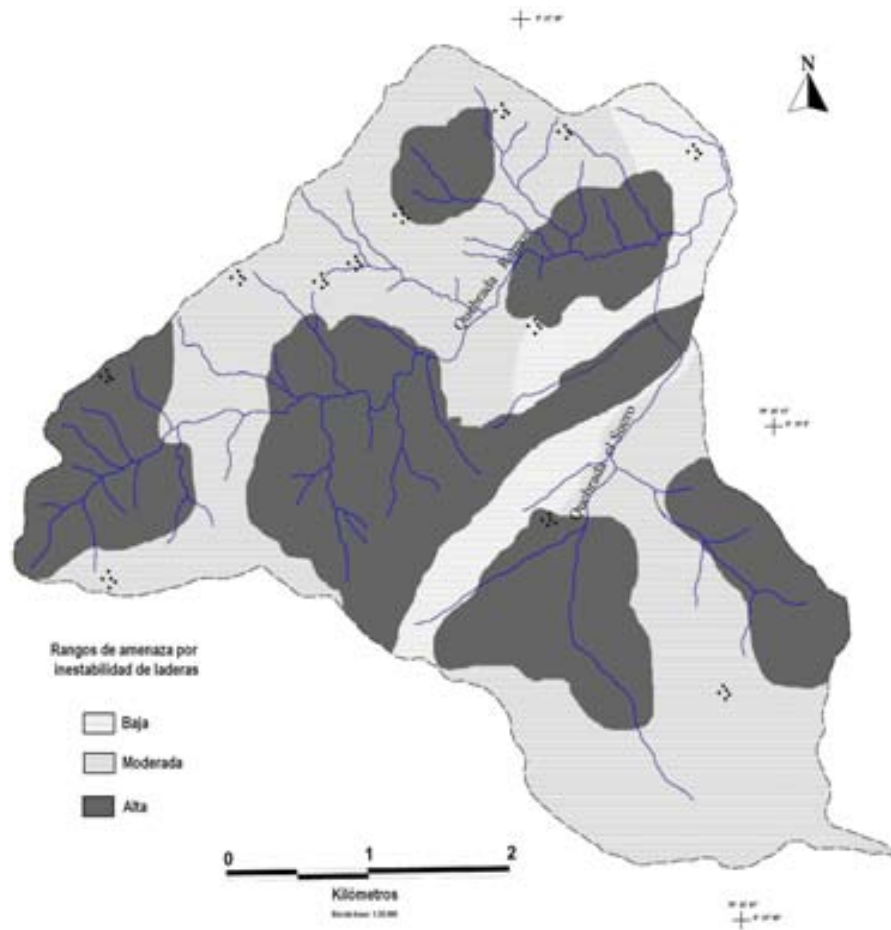


Figura 7. Zonificación por rangos de amenaza geomorfológica por inestabilidad de laderas de la microcuenca de la quebrada Ramos. Estado Trujillo

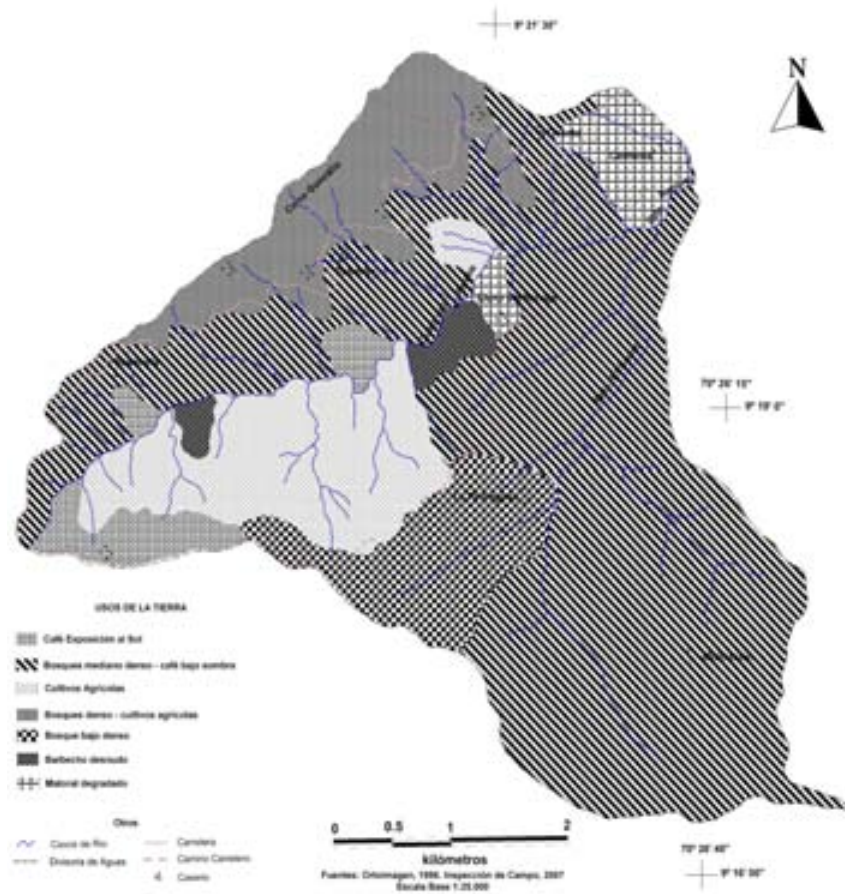


Figura 8. Uso de la tierra de la microcuenca de la quebrada Ramos. Estado Trujillo

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES) por el apoyo financiero para la realización de esta investigación. Especial gratitud al Ingeniero Ciro Vásquez del Ministerio del Ambiente del estado Trujillo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, I. (2000). *Landslides - deslizamientos o movimientos del terreno*. Investigaciones Geográficas. Boletín número 41. Instituto de Geografía, UNAM, pp.12-25
- Arellano, R. (2000). Pérdida de suelo y nutrientes en agroecosistemas de café en la subcuenca del río Castán, Trujillo, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*. 44(2), pp. 79-86.
- Ayala, F. (1990). Análisis de los conceptos fundamentales de riesgo y aplicación a la definición de tipos riesgos geológicos. *Boletín Geológico Minero*. Vol. 101. No. 3. España, pp. 108-119.
- Barredo, J.; Benavides, H.; Van Westen, C. (2000). *Comparing heuristic landslide hazard assessment techniques using GIS in the Tirajana basin, Gran Canaria Island, Spain*. ITC Journal JAG, pp. 9-23.
- Barret, E; Brouwn, A and Micallef, A. (1991). *Remote sensing for hazard monitoring and disaster assessment. Marine and coastal applications in the Mediterranean Region*. Gordon & Breach. The Netherlands: Science Publishers.
- Bosque S; Escobar, F; García, E y Salado, M. (1994). *Sistemas de Información Geográfica: Práctica con ARC/INFO e IDRISI*. Edición Rama. USA.
- Coburn, A. W. (1991). *Vulnerabilidad y evaluación del riesgo. Programa de entrenamiento para el manejo de desastres*. 1ª Edición. PNUD-UNDRO.
- Cooke, R. and Doornkamp, J. (1974). *Geomorphology in Environmental Management*. London: Oxford University Press.
- Crozier, M. (1984). *Landslides: causes, consequences and environment*. London: Croom Helm.

- Díaz, L.; Santana, J.; Reyes, R. (2002). *El análisis geomórfico-ambiental en territorios montañosos*. II Seminario Latinoamericano de Geografía Física. Maracaibo/ Venezuela. Memorias en cd.
- DeGraff, J. V. (1985). *Landslide Hazard on St. Lucia, West Indies*. Washington, D.C.: Organization of American States.
- Flageollet, J. C. (1989). *Landslides in France: A risk reduced by recent legal provisions*. In: E.E. Brabb and B.L. Harrod (Editors), *Landslides: Extent and Economic Significance*. A.A. Balkema, Róterdam, pp. 157-168.
- Gómez M., Barredo J. (2005). *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del Territorio*. 2da edición. México: Editorial Alfaomega.
- González, F. (1974). *Desarrollo trujillano. Acción Concreta*. Valera: Ediciones del Ejecutivo del estado Trujillo.
- Gueremy, P. y Vogt, J. (1987). Géomorphologie et risques naturels (Actes du 1^{er} Forum Franc. De Geom. Meudon-Bellevue. 29-27 nov). *Rev. de Geom. Dyn.* 36 (3-4), pp. 97-122.
- Hansen, A. (1984). *Landslide hazard analisys*. In: Brunsden, D., Prior, D.B (Eds.). New York: Slope Instability, Wiley & Sons.
- Ministerio del Ambiente. (2006). *Sistema Nacional de Información Hidrológica y Meteorológica*. Dirección de Hidrología y Meteorología. Estado Trujillo.
- Instituto Nacional de Estadística. (INE). (2001). *Censo de Población y Vivienda*. Ministerio del Poder Popular para la Planificación y Desarrollo: Caracas.
- Montiel, K., Acosta, C. y Maldonado H. (2001). Geodinámica Ambiental de la Cuenca del Río San Pedro. Flanco Norandino Venezolano. *Revista RA'EGA ó Espacio Geográfico en Análise*. Número 5. Parana, pp. 144-172.
- Montiel, K. y Seco, R. (2006). Niveles de peligro de inestabilidad de las laderas de un sector del flanco norandino venezolano: Monte Carmelo-Estado Trujillo. *Revista Espacio y Desarrollo*. Universidad Pontificia del Perú. Número 18, pp. 29-48.
- Ordóñez C., Martínez R. (2003). *Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones prácticas con IDRISI 32 al análisis de riesgos naturales y problemáticas medioambientales*. México: Editorial Alfaomega.
- Padovano, C. (1994). *Estudio de Conservación de suelos de la microcuenca quebrada Ramos. Municipio Trujillo, estado Trujillo*. Proyecto de Grado.

- Universidad de Los Andes. Departamento de Ingeniería, Trujillo-Venezuela.
- Seco, R. (2004). *Geomorfología*. La Habana: Editorial Félix Varela.
- . (1996). *El enfoque físico-geográfico para el estudio de los peligros naturales en el ejemplo de la provincia ciudad de La Habana*. Tesis de Master en Análisis Ambiental y Ordenamiento Geoecológico. La Habana.
- Soeters R. y Van Westen C. (1996). Mapa geomorfológico digital de amenaza de deslizamientos del área de Alpago, Italia. *ITC Journal, JAG*. Volumen 2 (1), pp. 51-60.
- UNESCO. (1991). La naturaleza sus recursos. Rev. No 1 Vol. 27.
- UNDRO. (1979). *Natural disasters and vulnerability analysis*. Report of experts group meeting. Geneva.
- Van Westen, C. (2003). *GISSIZ: training package for Geographic Information Systems in Slope Instability Zonation*. Enschede: Handout Conferences, ITC.
- Verstappen, H. (1985). *Applied geomorphology, geomorphological surveys for environmental development*. Amsterdam: Elsevier.
- Varnes, D. (1984). *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*. Commission on Landslides of IAEG. UNESCO. Natural Hazards No. 3. pp. 10-61.
- Vivas, L. (1992). *Los Andes Venezolanos*. Academia Nacional de la Historia. Caracas-Venezuela.

Katty del Valle Montiel Albornoz. Licenciada en Educación, Mención Geografía. MSc. en Geología. Candidata a doctora en Ciencias Geográficas, Universidad de La Habana, Cuba. Profesora Titular de la Universidad de Zulia (LUZ). Investigadora y coordinadora responsable de la línea de investigación “Geodinámica Ambiental y Riesgos Naturales” del Centro de Estudios Geográficos (CEG) de LUZ. Jefa del Departamento de Geografía de LUZ, 2004. Miembro del Comité Académico de la Maestría en Geografía, Mención Docencia LUZ, 2004. Directora del CEG de LUZ, 2002. Miembro del comité Internacional del Seminario Latinoamericano de Geografía Física. Profesora de las cátedras:

Geomorfología, Geografía Física de Venezuela y Geología Ambiental del Departamento de Geografía de LUZ. Correo electrónico: delvallemontie@hotmail.com.

Edith Luz Gouveia Muñetón. Licenciada en Educación, Mención Geografía. MSc. en Gerencia Educativa. Candidata a doctora en Ciencias de la Educación, Universidad Rafael Bellosó Chacín. (URBE). Profesora Agregada de la Universidad de Zulia (LUZ). Investigadora de la línea de investigación “Geodinámica Ambiental y Riesgos Naturales” del Centro de Estudios Geográficos (CEG) de LUZ. Actual Miembro del Comité Académico de la Maestría en Geografía, Mención Docencia de LUZ, 2007. Directora del CEG de LUZ, 2007. Profesora de las cátedras: Métodos y Técnicas de Investigación Geográfica y Didáctica de la Geografía del Departamento de Geografía de LUZ. Correo electrónico: edithgouveia@yahoo.com.

Eloy Montes Galbán. Licenciado en Educación, Mención Geografía, LUZ, Coinvestigador de Proyectos en el área de Geografía y Educación, LUZ. Profesor en el área de Sistemas de Información Geográfica y GPS en el Centro de Estudios Avanzados CEDIC. Investigador de la línea de investigación “Dinámica Ambiental y Riesgos Naturales” del Centro de Estudios Geográficos de LUZ. Correo electrónico: eloyead@yahoo.com.

