

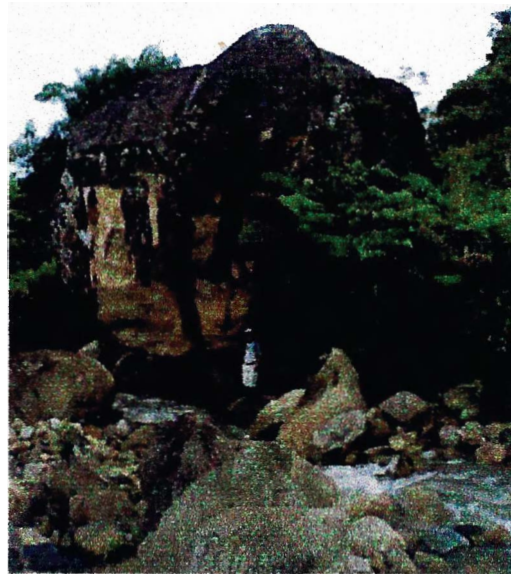
CORPOAMAZONIA



00948

**CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO  
DEL SUR DE LA AMAZONIA  
CORPOAMAZONIA**

**DIRECCIÓN REGIONAL PUTUMAYO**



**INFORME FINAL**

**ANÁLISIS DE AMENAZAS Y VULNERABILIDAD GEOLÓGICA EN LA  
CUENCA DE LA QUEBRADA TARUCA Y SANGOYACO PARA EL ÁREA  
RURAL, SUB-URBANA Y URBANA DE LA POBLACIÓN DE MOCOA  
DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO**

**OMAR ANTONIO JOJOA CHANTRE  
GEOLOGO**

Mocoa, Noviembre de 2003

## TABLA DE CONTENIDO

	PAGINA
INTRODUCCION	2
I. JUSTIFICACION	3
II. OBJETIVOS	4
2.1 OBJETIVO GENERAL	4
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
3.3 METODOLOGIA GENERAL	4
3.3.1 Participación Comunitaria	4
3.3.2 Manejo de Cartografía y Trabajo de Campo	5
4. MARCO CONCEPTUAL	6
4.1 MARCO LEGAL	6
4.2 CONCEPTOS BASICOS	9
4.3 INFORMACION GENERAL PARA LA REDUCCIÓN DE LOS DESASTRES NATURALES	10
4.4 DOCUMENTOS CONSULTADOS SOBRE EVENTOS NATURALES	13
5. DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	21
5.1 ASPECTOS FISICOS	21
5.1.1 Localización	21
5.1.2 Aspectos Climáticos	24
5.1.3 Geología	30
5.1.4 Geología Estructural	37
5.1.5 Geomorfología	38
5.1.6 Sectorización hídrica	43
5.1.6.1 Parámetros morfométricos	43
5.1.6.2 Dimensiones más usuales	43
5.1.6.3 Forma de la subcuenca	44
5.1.7 Uso actual del suelo	46
5.1.8 Pendientes	51
6. ANÁLISIS DE AMENAZAS	54
6.1 AMENAZAS NATURALES	54
6.1.1 Amenaza Sísmica	55
6.1.2 Amenaza por flujos coluvio-aluviales	58
6.1.3 Amenaza por Inundación	62
6.2 AMENAZAS ANTROPICAS	68
6.2.1 Ampliación de la frontera agrícola	69
7. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	72
8. LOCALIZACIÓN DE SITIOS CRÍTICOS	75
9. CONCLUSIONES	76
10. RECOMENDACIONES	79
11. ANEXOS	81

## INTRODUCCIÓN

Los Municipios y las entidades en la planificación y construcción de obras civiles deben tener en cuenta áreas críticas o que estén en peligro por las diferentes amenazas naturales( sismos, volcanes, deslizamientos, flujos de lodo o detritos, inundaciones, fenómenos de reptación) y por amenazas antrópicas(mal uso del suelo, sobrepastoreo en lugares de alta pendiente, bombas de gasolina, estaciones de gas, etc.); el riesgo, es decir, los efectos o pérdidas potenciales que pueden ser causadas por estos fenómenos, en muchos casos es muy alto y difícil de calcular, no solamente por la posibilidad de presentar muchas víctimas, sino también por la grave desestabilización sociocultural y al enorme impacto económico que pueden generar. Situación evidente y muy en particular, cuando los elementos expuestos(comunidad y obras civiles) que componen el contexto social y material son altamente vulnerables a dichas acciones naturales.

En caso de obras civiles ya construidas en áreas amenazadas por fenómenos naturales o antrópicos y afectadas de alguna manera por estas, resulta necesario que los habitantes conozcan y estén preparados para enfrentar dichas amenazas.

El presente trabajo, teniendo como base en visitas de campo, fotografías aéreas y recopilación de información secundaria de la microcuenca Taruca-Sangoyaco, y zona urbana del municipio de Mocoa, busca delimitar en lo posible las áreas que están siendo amenazadas o afectadas por inundación a consecuencia de los flujos de detritos, provenientes de las partes altas de la quebrada Taruca y el Río Sangoyaco en las últimas décadas; así mismo se espacializarán los sitios de ladera inestables que colaboran con el aumento del nivel de las aguas a causa del material suelto que cae de estos sitios, especialmente en los períodos de intensas lluvias. Conjuntamente se analizan de forma general los elementos expuestos que se encuentran localizados en las riberas de estas dos corrientes de agua con el fin de determinar el grado de exposición y el grado de amenaza (**con el fin de evaluar el grado de vulnerabilidad de los elementos expuestos, se hace necesario un equipo multidisciplinario**)

## 2. JUSTIFICACION

El Municipio de Mocoa por sus características culturales, sociales, geográficas, climáticas, de potencialidad productiva de los suelos y la presencia institucional, se ha convertido en una región receptora de inmigrantes procedentes principalmente de zonas deprimidas del departamento de Nariño, Cauca y Huila, y últimamente de personas desplazadas víctimas de la violencia y conflicto social en que se encuentra el país y especialmente el Bajo Putumayo, generando una dinámica poblacional que supera progresivamente la oferta de los servicios básicos y de los recursos del medio ambiente.

Entre las determinantes naturales de este municipio, se encuentra la abundante pluviosidad que implica una fuerte infiltración en suelos que generalmente son derivados de rocas meteorizadas y de textura arenosa y arcillo-limosa, con una tendencia a sobresaturarse y fluir, además ayudados de condiciones propias de la zona, como las fuertes pendientes en las laderas, que en su mayoría están dedicadas al pastoreo, interactúan generando fenómenos de remoción en masa (deslizamientos, reptación, caída de bloques), que causan el represamiento de las corrientes, originando amenazas naturales representadas en flujos de detritos e inundaciones, que han afectado en las últimas décadas a diferentes zonas del municipio, incluido algunos barrios ribereños del casco urbano.

Esta situación, aunada a lo reducido del espacio vital, al desconocimiento de la normatividad ambiental, los bajos niveles de cultura ciudadana y finalmente la ausencia de planificación en cuanto a la ocupación del espacio territorial en función de la vocación de usos de los suelos, ha ocasionado la intervención de áreas de estricta función protectora, en donde múltiples familias establecen asentamientos y explotaciones agropecuarias conflictivas especialmente en las riberas de ríos y quebradas.



### **3. OBJETIVOS:**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar el análisis de amenazas y vulnerabilidad geológica en la subcuenca de la Quebrada Taruca y Sangoyaco, tanto del área rural, sub-urbana y urbana, para determinar zonas óptimas para el desarrollo urbano de la población de Mocoa (Putumayo).

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Recolectar información secundaria de informes o documentos existentes en el Municipio de Mocoa relacionados con eventos catastróficos producto de los desbordamientos; delimitación de áreas de riesgo; base cartográfica; estudios hidráulicos; aspectos biofísicos, entre otros.
- Corroborar y levantar la información temática en campo, en lo referente a usos y cobertura del suelo, geología, geomorfología, pendientes, procesos erosivos e infraestructura, para generar los mapas de amenazas naturales y antrópicas.
- Determinar y espacializar con visitas de campo los elementos expuestos más vulnerables (infraestructura) a las amenazas por represamiento e inundación.
- Espacializar y describir las áreas más susceptibles a generar o a ser afectadas por procesos erosivos.
- Espacializar los sitios más críticos para que se efectúen obras de control de cauces y laderas.
- Establecer zonas óptimas para el futuro desarrollo urbanístico teniendo en cuenta el mapa urbano prospectivo y los mapas de amenaza por inundación.
- Plantear posibles soluciones de mitigación a las amenazas por inundación y por fenómenos de remoción en masa que están incidiendo en la dinámica natural de la Quebrada Taruca y el Río Sangoyaco.

#### **3.3 METODOLOGIA GENERAL**

Para cumplir con los objetivos propuestos en este trabajo, se realizarán las siguientes actividades:

##### **3.3.1 Participación Comunitaria**

La metodología para la participación comunitaria que se plantea en esta propuesta tiene como fundamento la recolección y análisis de información secundaria referida a eventos, sectores afectados, así como la convalidación de esta información en campo y la socialización de la misma. Posteriormente se definirán los criterios geográficos y socioculturales, buscando determinar en conjunto una visión y un contexto general donde se manifiesten y prioricen las

situaciones problemáticas de mayor urgencia, identificando sus causas y consecuencias que permitan sugerir posibles soluciones.

### 3.3.2 Manejo de Cartografía y Trabajo de Campo

**Manejo de Cartografía:** Se utilizará la cartografía base existente en CORPOAMAZONIA, IGAC a la mayor escala de detalle, buscando definir con la mayor precisión los mapas base y temáticos, los cuales se integraran en una base SIG; definiendo de esta forma, una herramienta técnica que permita la mejor delimitación de áreas amenazadas, lugares críticos y elementos expuestos más vulnerables permitiendo así la mejor toma de decisiones en lo referente a los usos del suelo, áreas de expansión urbana, obras de bioingeniería, entre otras; así como la mejor manera de atender y manejar un evento de emergencia en los sitios afectados.

**Manejo de información de campo:** para analizar la amenaza por inundación se hace necesario tener o calcular datos de frecuencia, profundidad y tiempo de permanencia en las zonas afectadas para eventos hidrológicos específicos(inundaciones). Los eventos serán definidos de acuerdo a los tiempos de retorno de las últimas crecientes; el grado de amenaza se realizará mediante análisis hidráulicos, cuyos objetivos son los siguientes:

- Calcular los volúmenes de inundación en aquellos sitios donde se genere desbordamiento, previa estimación de la capacidad de transporte, bajo condiciones de flujo permanente gradualmente variado.
- Delimitar las zonas de inundación y establecer los niveles máximos de flujos de agua con el fin de analizar el tiempo de inundabilidad.
- Estimar la duración de la inundación originada por el desbordamiento de la Quebrada Taruca y el Río Sangoyaco.

Para lo anterior se necesita de un trabajo de campo detallado que permita recoger la mayor cantidad de datos, así mismo se necesita tener datos hidrológicos confiables(precipitación, temperatura, brillo solar, caudales y niveles máximos), estos datos serán de gran importancia para calcular la probabilidad de ocurrencia de un evento (inundación) y así determinar los rangos de amenaza (Alto, Medio y Bajo).

La "**Vulnerabilidad** mide el grado de exposición a la magnitud máxima probable de la amenaza", es decir, está relacionada con los daños que sufrirán tanto los materiales, redes, instalaciones industriales y comerciales, como los habitantes, que constituyen la estructura rural, sub - urbana, urbana y social de un asentamiento humano; se valorará la vulnerabilidad de manera general y de forma cualitativa, ya que para definir rangos, hay que valorar la vulnerabilidad desde diferentes puntos de vista profesional es decir a través de un equipo multidisciplinario.

## **4. MARCO CONCEPTUAL**

### **4.1 MARCO LEGAL**

Una ley sobre recursos naturales debe servir para fijar aspectos que deben ser considerados en cada región del país, algo así como una ayuda memoria o punteo de aspectos considerados como esenciales, para cumplir con las políticas del gobierno que orienten el accionar público y privado hacia la obtención de metas de desarrollo sostenible según la cuenca donde se aplique. No debe constituirse en una camisa de fuerza para la inversión ni en una puerta de salida que impida poner freno a una explotación irracional del agua que concluye en un atentado a la sociedad, una degradación del medio ambiente, del recurso o de la población local que a veces ni siquiera se beneficia de los recursos que posee en su territorio. Por ello es tan importante que los anteproyectos de ley sobre la conservación y protección de los recursos naturales se presenten con explicación de motivos, el origen de las normas y los propósitos de política perseguidos con su aplicación sin ocultar sus propósitos.

Esta ley, debe determinar también la necesidad de mantener un sistema de información público actualizada sobre la disponibilidad y situación de los recursos naturales existentes, en particular sobre el balance hídrico por subcuenca, y los procesos de degradación y contaminación del agua.

#### **Ley 2<sup>da</sup>/59**

Art. 2. Se declaran zonas de reserva forestal los terrenos de baldío ubicados en las hoyas hidrográficas que sirven o que pueden servir de abastecimiento de aguas para consumo interno, producción de energía eléctrica y para irrigación y cuyas pendientes sean superiores al 40%.

#### **Ley 99/93**

▪ **Artículo 31 de la Ley 99/93.** Funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales:

- **Numeral 23.** "Realizar actividades de análisis, seguimiento, prevención y control de DESASTRES en coordinación con las demás autoridades competentes, y asistirles en los aspectos medioambientales en la prevención y atención de emergencias y desastres; adelantar con las administraciones municipales o distritales programas de adecuación de áreas urbanas en zonas de alto riesgo, tales como control de erosión, manejo de cauces y reforestación."

- **Numeral 31.** " Sin perjuicio de las atribuciones de los municipales y distritos en relación con la zonificación y el uso del suelo, las CARS

establecerán las normas generales y las densidades máximas a las que sujetarán los propietarios de vivienda en áreas suburbanas y en cerros y montañas, de manera que se protejan el medio ambiente y los recursos naturales...”

- **Decreto 1449 de 1977 y el Decreto 1541 de 1978.** Los cuales tratan sobre el dominio de las aguas, cauces y riveras, normas sobre aprovechamiento, prioridades, declaración de reservas, restricciones y limitaciones del dominio, condiciones para la construcción de obras hidráulicas que garanticen la correcta y eficiente utilización del recurso, las cargas pecuniarias por el uso del recurso, régimen sancionatorio. En estos Decretos se señalan las obligaciones de los propietarios de predios ribereños en relación con la conservación, protección y aprovechamiento de las aguas, al igual que las obligaciones de los propietarios de predios en materia de conservación de bosques, suelos y demás recursos naturales renovables como la de mantener un 10% de la extensión de los predios con cobertura forestal.
- **Decreto 1594 de 26 de julio de 1983.** Por el cual se reglamenta el control de las aguas y vertientes.
- **Decreto 2857 de octubre de 1981.** Por el cual se reglamenta la parte XII título II, capítulo III del Decreto Ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas. Este Decreto establece el procedimiento para la formulación de los planes de ordenación de las Cuencas Hidrográficas, de la ejecución del plan de financiación y de la declaración de utilidad pública e interés social la adquisición de predios para el desarrollo de los programas previstos en los respectivos planes de ordenación de una cuenca hidrográfica.
- **Decreto 2811 de 1974.** Participación comunitaria y educación ambiental, artículos 14 y 17 prevén la inclusión de los cursos sobre ecología, preservación ambiental y recursos naturales en todos los niveles educativos, la promoción de jornadas ambientales con participación de la comunidad. La ley 99 del 93 prevé las acciones populares y la acción de cumplimiento en los artículos 69 y 82 para que la comunidad participe en los trámites y decisiones administrativas sobre recursos naturales y exija a las autoridades ambientales el cumplimiento de normas y políticas definidas legalmente sobre manejo, aprovechamiento, preservación y renovación de los recursos naturales.
- **DECRETO No. 1449 DEL 27 DE JUNIO DE 1977.**

Por el cual se reglamentan parcialmente el Inciso 1 del Numeral 5 del Artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto Ley No. 2811 de 1974.

**Artículo 3:** En relación con la protección y conservación de los bosques, los propietarios de predios están obligados a:

**1.** Mantener en cobertura boscosa dentro del predio las áreas forestales protectoras.

Se entiende por áreas forestales protectoras:

**a.** Los nacimientos de fuentes de aguas en una extensión por lo menos de 100 metros a la redonda, medidos a partir de su periferia.

**b.** Una faja no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de los lagos o depósitos de agua.

**c.** Los terrenos con pendientes superiores al 100% (45°).

**2.** Proteger los ejemplares de especies de la flora silvestre vedadas que existan dentro del predio.

**3.** Cumplir las disposiciones relacionadas con la prevención de incendios, de plagas forestales y con el control de quemas.

**Artículo 4:** Los propietarios de predios de más de 50 hectáreas deberán mantener en cobertura forestal por lo menos un 10% de su extensión, porcentaje que podrá variar el INDERENA cuando lo considere conveniente.

**Artículo 5:** En terrenos baldíos adjudicados mayores de 50 hectáreas el propietario deberá mantener una proporción de 20% de la extensión del terreno en cobertura forestal. Para establecer el cumplimiento de esta obligación se tendrán en cuenta las mismas áreas previstas en el artículo anterior.

- **DECRETO 1541 DEL 26 DE JULIO DE 1978; Modificado por el Decreto 2858 de 1981.**

**CAPITULO II. Artículo 11:** Se entiende por cauce natural la faja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efecto de las crecientes ordinarias; y por lecho de los depósitos naturales de agua, el suelo que ocupan hasta donde llegan los niveles ordinarios por efecto de lluvias o deshielo.

- **LEY 9 DE 1989 (REFORMA URBANA)**

- **Artículo 56.** Inciso 1. Modificado de la ley 2 de 1991, art.5. "A partir de la vigencia de la presente ley, los alcaldes... levantarán y mantendrán



actualizado un inventario de las zonas que presenten altos riesgos para la localización de asentamientos humanos por ser inundables o sujetas a derrumbes o deslizamientos, o que de otra forma presenten condiciones insalubres para la vivienda..." Reglamentado por el Decreto 1424 /99.

- **DECRETO 919 DE 1989.**

**Artículo 6.** El componente de prevención de desastres en los Planes de Desarrollo de las Entidades Territoriales. Todas las entidades territoriales tendrán en cuenta en sus planes de desarrollo, el componente de prevención de desastres y, especialmente, disposiciones relacionadas con el ordenamiento urbano, las zonas de riesgo y asentamientos humanos..."

**Artículo 34.** Estudios sobre la localización de asentamientos humanos y edificaciones. "Los Comités Regionales o Locales, según sea el caso, promoverán la realización de estudios por parte de las entidades públicas correspondientes, tendientes a determinar las áreas de la zona a que se refiere la declaratoria de una situación de desastre en las cuales no se deben ubicar asentamientos humanos ni construir edificaciones, por razones ambientales, de peligro o de riesgo ".

## 4.2 CONCEPTOS BASICOS

Tomado de Oficina de Asistencia para Desastres del Gobierno de los Estados Unidos USAID/OFDA. Para comprender el concepto de riesgo, es indispensable saber qué es amenaza y qué es vulnerabilidad.

**AMENAZA.** Se entiende la **Amenaza** como el peligro o la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno físico(natural o antrópico), cuya evaluación implica la delimitación específica de un lugar geográfico donde se puedan manifestar los efectos del fenómeno y un tiempo determinado en el que se espera que se materialice la amenaza. Ejemplos: río de alta pendiente, volcán activo, una planta nuclear, bodega de sustancias químicas peligrosas, falla geológica activa; todos en relación con una población o sus recursos.

**VULNERABILIDAD:** La Vulnerabilidad se refiere al nivel de incapacidad de un elemento expuesto, de resistir adecuadamente la intensidad del Evento Amenazante, el cual representa la materialización de la amenaza en un tiempo y espacio definido. La vulnerabilidad se analiza con el propósito de definir el nivel de daño esperado para el elemento expuesto, como consecuencia de su afectación; dependiendo del elemento expuesto, la vulnerabilidad debe ser analizada por profesionales de Ciencias Humanas, Sociales e Ingenierías (Equipo Multidisciplinario). Ejemplos: (son vulnerables) Poblaciones cercanas a un río de alta pendiente o a una planta nuclear o a una bodega de sustancias químicas peligrosas; un acueducto en la ladera de un volcán activo.



**RIESGO:** La evaluación del **Riesgo**, entendido como la probabilidad de que se exceda cierto nivel de pérdidas en una región geográfica durante un tiempo determinado, se convierte en herramienta fundamental en el proceso de toma de decisiones por parte de los encargados del ordenamiento territorial y de los planificadores del desarrollo de un país y por ende de los Municipios. En tal sentido, se hace necesario por parte de los profesionales de las Ciencias de la Tierra identificar, estudiar y evaluar las amenazas a las que está sometida una región. El riesgo está relacionado con la probabilidad de que se sufran ciertos daños que dependen no sólo de la amenaza, sino también de la susceptibilidad y capacidad de reacción de los elementos expuestos. El riesgo está en función de la vulnerabilidad y de la amenaza y, es directamente proporcional a ambas. De allí la necesidad de estudiar cuidadosamente ambos factores, para tener una estimación del Riesgo.

#### **Etapas del ciclo de la gestión del riesgo:**

**PREVENCION.** Conjunto de acciones cuyo objeto es impedir o evitar que sucesos naturales o generados por la actividad humana causen desastres. Ejemplos: Reubicación permanente de viviendas, infraestructura o de centros de producción localizados en zonas de alta amenaza. Traslado de amenazas como estaciones de combustible, depósitos de gas ubicadas en zonas urbanas o centros vitales. El concepto de Prevención se basa en evitar que distintos fenómenos produzcan un desastre social y económico. Ejemplo: Restablecimiento de servicios básicos como agua potable, electricidad, comunicaciones, salud, transportes, alojamiento, alimentos, actividades laborales y recreativas.

**MITIGACION.** Resultado de una intervención dirigida a reducir riesgos. Intervención: medida o acción destinada a modificar determinada circunstancia. En Mitigación, la intervención es una acción destinada a *modificar* las características de un fenómeno con el fin de reducir la amenaza, o las características intrínsecas de un sistema biológico, físico o social a fin de reducir la vulnerabilidad. Una gran parte de los desastres no son prevenibles. Sin embargo, siempre existe alguna posibilidad de mitigación. Ejemplos: Presas reguladoras, diques y canales para aliviar desbordes e inundaciones. Ordenamiento urbano y territorial y delimitación de áreas vedadas por amenaza natural o antrópica. Normas de salud pública, de seguridad industrial y de manejo de desechos peligrosos; vigilancia de su cumplimiento.

**PREPARACION.** Conjunto de medidas y acciones para reducir al mínimo la pérdida de vidas humanas y otros daños, organizando oportuna y eficazmente la respuesta y la rehabilitación. A esta etapa del ciclo corresponden, entre otras, las siguientes actividades: Definición de las funciones de los organismos operativos; Inventario de recursos físicos, humanos y financieros; Capacitación de personal; Informar a la comunidad acerca de riesgo e instrucciones a

cumplir en caso de desastre; Señalización de rutas de evacuación y zonas de refugio y localización de recursos para emergencias.

**ALERTA.** Estado declarado con el fin de tomar precauciones específicas, debido a la probable y cercana ocurrencia de un evento adverso. Usualmente, se definen diferentes niveles de alerta dependiendo del nivel de certeza en cuanto a la ocurrencia del evento, generalmente obtenido por medios instrumentales. Ejemplos: Pluviómetros; sensores de nivel y caudal. Detectores de flujos de lodo y avalanchas. Redes sismológicas. Redes hidrometeorológicas. Imágenes por satélite, sensores remotos, Extensómetros, piezómetros e inclinómetros para deslizamientos.

**ALARMA.** aviso o señal que se da para que se sigan instrucciones específicas, debido a la presencia real o inminente de un evento adverso. La alarma se transmite a través de medios físicos: voz humana, luces, banderas, sirenas, muy común la utilización de un código de colores (Amarillo: inminente; Rojo: en curso mayor).

**RESPUESTA.** Acciones llevadas a cabo ante un evento adverso y que tienen por objeto salvar vidas, reducir el sufrimiento humano y disminuir pérdidas. Ejemplos: Evaluación de daños, Búsqueda y rescate, Asistencia médica, Evacuación, Alojamiento temporal, suministro de abrigo y alimentos, Aislamiento y seguridad, Abastecimientos, el Plan de Emergencia previamente elaborado, Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades.

**REHABILITACION.** Recuperación a corto plazo de los servicios básicos, e inicio de la reparación del daño físico.

**RECONSTRUCCION.** Proceso de reparación a mediano y largo plazo, del daño físico, social y económico, a un nivel de desarrollo igual o superior al existente antes del evento. Ejemplos: 'Reordenamiento físico de la comunidad y del ambiente físico. 'Construcción de viviendas y edificios públicos. 'Restauración de carreteras y aeropuertos. 'Recuperación agrícola.

El Desarrollo, se grafica en el ciclo como continuo, definiéndose para efectos de RIESGO como:

**DESARROLLO:** Aumento acumulativo y durable de cantidad y calidad de bienes, servicios y recursos de una comunidad, unido a cambios sociales, tendiente a mantener y mejorar la seguridad y la calidad de la vida humana, sin comprometer los recursos de las generaciones futuras. El desarrollo debe de estar integrado a cada una de las etapas del ciclo.

La denominación **desarrollo sostenible**, se refiere a aquel desarrollo "Lo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometerla capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".

La utilización de recursos se hace de manera racional, preservando su existencia y su capacidad de renovación. El desarrollo que destruye la naturaleza no puede ser considerado verdadero desarrollo.

#### **4.3 INFORMACION GENERAL PARA LA REDUCCIÓN DE LOS DESASTRES NATURALES**

Los desastres naturales y antrópicos años tras han afectado la vida humana y a la misma naturaleza, si no se toma medidas urgentes. El impacto de los desastres seguirá aumentando por el acelerado incremento de la población y sus descontrolados actos frente a la naturaleza. La vulnerabilidad ante las amenazas de la naturaleza o sea el riesgo aumenta permanentemente, a pesar de que existen avanzados conocimientos científicos para monitorear las amenazas y construir ambientes seguros.

- **Objetivos**

“Reducir la pérdida de vidas, daños a la propiedad y trastornos sociales y económicos sociales y económicos causados por desastres naturales, a través de acciones internacionales concertadas en países en vía de desarrollo” Resolución No. 44- 236 Naciones Unidas.

Pretende:

- ✓ Introducir en enfoque integral y multisectorial para tomar preventivas para reducir tanto la vulnerabilidad como las amenazas naturales en la zona de riesgo, y
- ✓ Estimular mayores inversiones para prevención y mitigación de desastres, como parte de programa de desarrollo.

- **Metas hacia el futuro.**

Las metas que deben contemplar todos los países dentro de sus planes de desarrollo:

- ✓ Realizar evaluaciones de identificación de los riesgos por desastres naturales
- ✓ Desarrollar planes de mitigación y prevención a mediano plazo, así como campañas de concientización comunitaria.
- ✓ Tener acceso a sistemas de alarmas internacionales, regionales y locales, además de una amplia difusión de los avisos de alerta.

- **Conformación del Comité de Atención y Prevención de Desastres.**

Es el organismo que a nivel local debe desarrollar actividades tendientes al logro de los objetivos y propósitos del Sistema Nacional para la prevención y Atención de desastres. Es el conducto regular hacia el enlace con el Gobierno Nacional y el Departamental.

- **Norma y procedimiento del Comité**

Se enmarcarán dentro de las normas y orientaciones del Gobierno Nacional, Departamental y Municipal para la prevención y atención de desastres. Dentro del organigrama o carta orgánica se establecerán las diferentes comisiones y subcomisiones de acuerdo a la disponibilidad y necesidades reales. El plan de Contingencia Regional o Municipal involucra en forma coordinada pero específica los planes y programas de cada institución comprometida.

- **Estructura del Comité.**

Del comité local para la prevención y atención de Desastres depende de la creación, el funcionamiento, mantenimiento y aplicación de:

- ❖ Comité Local para la atención y Prevención de desastres.
- ❖ Red de comunicaciones Local de Emergencia.
- ❖ Centro de reserva municipal (Centro de Atención inmediata)
- ❖ Oficina de Coordinación del Comité operativo local de prevención y atención para los desastres (COLPAD).

#### **4.4 DOCUMENTOS CONSULTADOS SOBRE EVENTOS DE INUNDACIONES Y DE FENÓMENOS DE REMOCION EN MASA EN EL MUNICIPIO DE MOCOA, ESPECIALMENTE EN LA QUEBRADA TARUCA Y RIO SANGOYACO.**

Los documentos que se relacionan en la Tabla 1, se consultaron en instituciones como: Biblioteca de CORPOAMAZONIA, Biblioteca de La Gobernación, Biblioteca del Instituto Tecnológico del Putumayo (I.T.P), Oficina del Acueducto, INVIAS, HYELA LTDA y P.B.O.T. del Municipio de Mocoa 2003.

**Tabla 1. Relación de documentos consultados sobre eventos naturales ocurridos en al Quebrada Taruca y Río Sangoyaco.**

<b>DOCUMENTO</b>	<b>AUTOR (ES)</b>	<b>AÑO</b>	<b>CONTENIDO RESUMEN</b>
Informe Técnico de comisión a los siguientes sitios: La Hormiga-Río Guamuéz; Mocoa-San Antonio y Mocoa-Río Mocoa. Intendencia del Putumayo	HIMAT.	Bogotá 1986.	Reconocimiento a sitios críticos que sufrieron inundaciones y deslizamientos, producto de las intensas precipitaciones y desbordes de los Ríos Mocoa, Guamuéz y Sangoyaco.
Informe de comisión a Mocoa Putumayo.	HIMAT	Bogotá 1983.	Reconocimiento a sitios que sufrieron deslizamientos, producto de las intensas precipitaciones.
Avance en la zonificación de Amenazas naturales y antrópicas en el Municipio de Mocoa, Departamento del Putumayo.	Botina Manuel y Guerrero Aída. (I.T.P)	Mocoa 1999.	Se describe de manera general las amenazas naturales y antrópicas que están afectando al Municipio de Mocoa y plantean algunas recomendaciones.
Formulación del Plan de Ordenamiento Territorial. Municipio de Mocoa, Departamento del Putumayo	CORPOAMAZONIA, ALCALDÍA MUNICIPAL. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE	Mocoa 1999.	Descripción de los aspectos económicos, políticos, sociales y ambientales del Municipio de Moca.
Desarrollo Hidroeléctrico Cuenca del Alto Caquetá. Estudio de Factibilidad. Etapa A PREFACTIBILIDAD	ISAGEN, EPSA, EMCALI, ICEL e INGETEC S.A.	Bogotá 1996	Caracterización general de la zona en los diferentes aspectos de las dimensiones físicas, biótica y social con el propósito de iniciar el proceso de planeación para el desarrollo hidroeléctrico de la cuenca alta del Río Caquetá.
Plan Básico de Ordenamiento Territorial. Municipio de San Miguel de Agreda de Mocoa, Departamento del Putumayo	HILEA LTDA, CONSULTORES AMBIENTALES	Mocoa 2003.	se definen los usos para el suelo urbano y de expansión urbana, se establecen las reglamentaciones urbanísticas correspondientes y se dictan algunas disposiciones en suelo suburbano y suelo rural
Acciones de reforestación y control de la erosión en el marco del Plan de Ordenamiento de la Microcuenca del Río Mulato,	PEÑAFIEL LIGIA STELLA	Mocoa 1996	La problemática existente radica en la mala calidad del agua calificadas no aptas para el consumo humano y además en los altos índices de avenidas torrenciales, a que está expuesta la comunidad.

Continua...

ANÁLISIS DE AMENAZAS Y VULNERABILIDAD GEOLÓGICA EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA TARUCA Y SANGOYACO PARA EL ÁREA RURAL, SUB-URBANA Y URBANA DE LA POBLACIÓN DE MOCOA (PUTUMAYO)

DOCUMENTO	AUTOR (ES)	AÑO	CONTENIDO RESUMEN
Plan de Ordenamiento y Manejo de la Microcuenca del Río Mulato. Diagnóstico Biofísico y socioeconómico	EQUIPO TÉCNICO CORPOAMAZONIA	Mocoa 1995	Caracterizar los diferentes aspectos biofísicos, uso actual del suelo y socioeconómico de la microcuenca del Río Mulato
Plan de Ordenamiento Microcuenca Taruca Sangoyaco (Documento de discusión)	CORPOAMAZONIA Y MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE	Mocoa 1996	Diagnóstico de los aspectos biofísicos y socioeconómicos de la microcuenca Taruca Sangoyaco.
Informe de comisión Regional No. 10 Mocoa Putumayo.	HIMAT	Bogotá 1990	Inspección a las obras civiles construidas sobre el río Mulato, Sangoyaco y Rumiyocho, ya que éstas están siendo socavadas por los materiales de arrastre de dichas corrientes de agua.
Plan de Ordenamiento y manejo de las Cuencas de los ríos San Miguel y Putumayo en los límites de Ecuador y Colombia. Estudio de reconocimiento de amenazas naturales.	SERGIO MORA C.	Bogotá 1987	Evaluación de las amenazas naturales que existen en las dos cuencas. Se identificaron los peligros que representa la sismicidad, vulcanismo, inestabilidad de laderas y las inundaciones sobre la población, líneas vitales, actividad productiva y recursos naturales.
Estudio geomorfológico e hidrológico regional de la Cuenca del río Mocoa y evaluación detallada de un sitio crítico	INGEOMINAS	Bogotá 1997	Descripción de las formas del relieve de la cuenca del río Mocoa y como éstas están influenciando en el bienestar de la población asentada en esta cuenca.
Diagnóstico ambiental de alternativas variante San Francisco - Mocoa.	INSTITUTO NACIONAL DE VIAS E HIDROMECÁNICAS LTDA.		Presenta la información de todos los aspectos, para evaluar las alternativas de trazado de los corredores para la construcción y operación de la vía, así como también la viabilidad técnica y ambiental de dichas alternativas.
Evaluación preliminar del estudio ambiental del cauce principal de la microcuenca de la Quebrada Taruca	WILLIAM RENGIFO VELAZCO	2003	Define las características generales de la Qda. Taruca en su cauce principal y las áreas de influencia relacionado con la geología, geomorfología, parámetros hidráulicos que permiten identificar el riesgo asociado a la amenaza por desbordamiento y a la vulnerabilidad de los elementos expuestos.



De los documentos mencionados en la Tabla 1, se recopiló la siguiente información:

- Se establece que los fenómenos erosivos presentes actualmente y según los diferentes grados de susceptibilidad obedecen a un proceso natural lento, sin intervención del hombre, propio de regiones jóvenes y por el cual se tiende a buscar tanto la estabilidad del relieve como el equilibrio especialmente entre el suelo, la vegetación y el agua. Como consecuencia de la erosión de estos suelos, el agua almacenada por los acueductos de Mocoa, está bastante cargada de sedimentos. Dado que las áreas más susceptibles a la erosión principalmente por remoción en masa de tierra, se localizan en la cabecera de las cuencas Mulato, Pepino, Sangoyaco y Taruca; en el caso de presentarse estos movimientos y taponar el cauce del curso del agua principal, si se conserva la buena cobertura vegetal actual de las cuencas, no se prevé que se logre represar grandes volúmenes de agua. De una visita al Río Sangoyaco por parte de funcionarios del IMAT se conoce "Por efecto del deslizamiento localizado en la parte alta del Río Sangoyaco, se formó una represa con profundidad máxima de 15 metros; con ayuda del personal de la Intendencia del Putumayo y a pico y pala se abrió un canal de pequeña sección, que permitió drenar a flujo libre la laguna formada, pero debido a que no se profundizó lo suficiente aun permanece agua reposada. El deslizamiento fue provocado por sobresaturación de suelos inestables formados por arcillolitas y lutitas de muy baja cohesión".

- Las amenazas hidrometeorológicas como inundaciones y avenidas torrenciales en cuenca con alta pendiente, es decir, presencia de grandes cantidades de agua en muy corto tiempo, frecuentes en ríos de la zona montañosa como los nacimientos de los ríos Pepino, Mulato, Sangoyaco y quebrada Taruca, generan inundaciones repentinas que se manifiestan en los siguientes fenómenos: 1) los fuertes aguaceros sobre los terrenos débiles o sin vegetación, aceleran la formación de los deslizamientos en las montañas cercanas al cauce de los ríos y quebradas; 2) las rocas, vegetación y demás materiales que han caído a los ríos y quebradas forman un represamiento natural de las aguas; 3) el agua ejerce gran fuerza sobre el represamiento hasta que lo rompe arrastrándolo consigo y 4) la gran cantidad de agua junto con los materiales sólidos que arrastra a medida que bajan, representan un gran poder destructor.

- Las principales zonas de amenaza del municipio de Mocoa están asociadas a las corrientes de agua, que al bajar de la cordillera y montañas aledañas a la ciudad de Mocoa, pueden producir erosión y avalanchas al igual que la fuerte precipitación por cuestiones climáticas produce también inundaciones. Sin embargo, los deslizamientos por escorrentía y la amenaza de avalanchas es lo que realmente afecta y pone en permanente riesgo a la población. No se descarta los riesgos por movimientos telúricos lo cual obliga a exigir que las construcciones sean hechas con técnicas de sismo resistencia.

- La Quebrada Taruca y Taruquita como otros ríos de la localidad, presentan características que los determinan como torrenciales: cambio abrupto en la pendiente, variedad en los caudales disponibilidad de grandes volúmenes de material suelto y fracturado en la parte alta, cauce encañonado en la parte alta y amplios valles en la parte baja de la cuenca hacen de estas quebradas una amenaza significativa para el casco urbano del Municipio de Mocoa.

- En la Quebrada Taruca se encuentran sectores donde sus riberas presentan alturas menores a los dos metros, localizadas principalmente en la margen izquierda aguas abajo de la quebrada. En el sector de la cárcel existe riesgo de desbordamiento; de igual manera aguas abajo donde el río se ha desviado generando un cauce angosto y poco profundo, identificando en riesgo el Barrio los Prados.

- La geomorfología de las microcuencas de los ríos Mocoa, Mulato, Sangoyaco y quebrada Taruca presentan pendientes superiores al 75% y se caracteriza por la inestabilidad debido a la alta meteorización que tienen las rocas y fracturamiento que presentan por la presencia de fallas geológicas lo que ha dado como resultado fuertes plegamientos y degradación. Mocoa es un municipio que tiene alta pluviosidad, factor que incide mucho en las crecientes de los ríos Mocoa, Mulato, Pepino, Sangoyaco y quebrada Taruca que poseen cauces muy fuertes y debido al cambio de pendiente tienen forma de cono en la parte alta y en la parte baja se amplía; los sedimentos que se depositan en estos conos son de gran tamaño alcanzando diámetros superiores a un metro; las acumulaciones forman bancos de arena y grava los cuales demuestran el poder de arrastre de las corrientes en épocas de crecientes. La mayoría de estos cauces recorren el casco urbano de Mocoa, situación que debe ser tomada en cuenta; sabiendo el grado relativo de probabilidad de que ocurra cualquier fenómeno de origen natural que signifique un cambio en el ambiente.

- El único abanico aluvial importante en la cuenca del río Mocoa, lo han construido las quebradas Taruca y Sangoyaco, sobre el cual se ha desarrollado en buena parte la ciudad de Mocoa. El abanico está formado por gravas arenosas, bloques de rocas intrusivas y en menor proporción limos y arcillas; bloques angulosos hasta de un metro de diámetro son comunes en toda la superficie del abanico, aún hacia el extremo distal.

- Los afluentes que entregan sus aguas al río Mocoa como los ríos Pepino, Rumiyaco, Mulato, Sangoyaco y Taruca se destacan por tener un régimen torrencial alto y se debe al cambio abrupto de pendiente, cauces encañonados en la parte alta y valles amplios en la parte baja de las diferentes microcuencas, variabilidad de los caudales, disponibilidad de gran cantidad de sedimentos tanto en el lecho como en los márgenes de los cauces. Los márgenes de los ríos Mulato y Sangoyaco que atraviesan el casco urbano de

Mocoa, han sido urbanizados recientemente, lo que ha dejado en una situación de alta amenaza a las familias allí establecidas.

- La quebrada Taruca afluente del río Sangoyaco presenta un comportamiento torrencial bastante marcado, con tendencia a presentar flujos de escombros, esto morfológicamente se evidencia en el gran abanico aluvial que la quebrada Taruca ha construido, el cual tiene su ápice a los 1000 msnm a la salida de un cañón angosto y de alta pendiente y se extiende hasta las terrazas formadas por el río Mocoa a 650 msnm. Este abanico presenta en superficie bloques de rocas hasta de ocho metros de diámetro, no solo cerca al ápice sino también hacia la parte frontal, lo que confirma el alcance de la creciente y el gran poder de arrastre. El abanico aluvial es cortado por el cauce actual de la quebrada y por numerosos cauces antiguos que se ramifican desde el ápice.

- La amenaza ante la ocurrencia de flujos de escombros por la quebrada Taruca y Río Sangoyaco, radica en que el abanico formado por estas dos corrientes está altamente urbanizado y corresponde al sector nor-occidental del casco urbano de Mocoa donde se han conformado barrios como Esmeralda, Los Prados, Huasipanga, Obrero y los proyectos urbanísticos y en proceso de ejecución son Altos de la Colina, Quinta Paredes, Ciudad Solar, Villa Caimarón, Alto Cañaverl, entre otras; y en la eventualidad de una creciente, algunos cauces antiguos pueden ser reactivados. Otra situación de riesgo asociada a esta corriente se origina en los alrededores de la cárcel donde el lecho de la quebrada es poco profundo (menos de un metro); durante crecientes de mediana magnitud, la quebrada se ha salido repetidamente de su cauce y el agua corre sobre la superficie. A raíz de la creciente de 1994 se intervino el cauce forzando la corriente a abandonar su curso natural y a tomar uno nuevo, produciendo un giro cerrado en el cauce. Esta intervención no ayuda a aliviar la amenaza si se considera que el nuevo cauce es insuficiente para acomodar todo el caudal y carga que arrastra la quebrada y ante un acreciente la corriente buscará ocupar el cauce natural.

Se observan depósitos de avalanchas torrenciales principalmente a lo largo de las quebradas Sangoyaco, Taruca, Mulato, Rumiyo y Pepino, las cuales desembocan en el río Mocoa y en sus alrededores se ubica más del 90% de la población total de la cuenca incluyendo la población de Mocoa.

Los puntos más críticos se localizan en las márgenes de las quebradas Taruca, Sangoyaco y Mulato ya que allí se han construido varias viviendas, invadiendo las zonas de desborde natural de las quebradas y ríos.

El régimen torrencial de estos ríos queda evidenciado por la información obtenida por funcionarios de la C.A.P en conversaciones con diferentes moradores de la región y que a continuación se relaciona en la tabla 2:

**Tabla 2 . Eventos naturales ocurridos en el municipio de Mocoa**

TIPO DE EVENTO	FECHA			LOCALIZACIÓN	DAÑOS	OBSERVACIONES
	DÍA	MES	AÑO			
Avenida torrencial			1947	Río Mulato	Pérdida de viviendas, animales domésticos y cultivos	Remoción en masa en la parte alta de la microcuenca y represamiento, largos periodos de lluvias
Flujo de lodo y escombros			1958	Mocoa, quebrada Taruca	Muerte de tres personas y de ganado vacuno	El fenómeno ocurrió durante la noche
Avenida torrencial			1960	Río Mocoa		El río Mocoa cambió de cauce en el sector de San Agustín
Sismo			1963	Mocoa		Ocurrió en horas de la madrugada, se presentó pánico en la población
Sismo		11	1965	Mocoa	Agrietamientos de muros de algunas viviendas	Ocurrió a la 10:00 a.m. generando pánico colectivo.
Avenida torrencial		05	1971	Mocoa, Río Mulato	Cinco viviendas con daños y pérdida de animales domésticos	Bocatoma del acueducto semidestruida
Avenida torrencial y flujo de lodo			1972	Río Sangoyaco	Muerte de tres personas	El río Sangoyaco rebasó el puente de la Avenida Colombia.
Avenida torrencial			1979	El Pepino	Destrucción de puente vía Mocoa-Pasto, destrucción viviendas, pérdida de parque automotor, ocho muertos	Se presentaron otras precipitaciones en periodos cortos.
Deslizamiento			1985	La Piragua, vía Mocoa-Pasto	Muerte de 10 personas, pérdidas de automotores	Altas precipitaciones
Avenida torrencial		02	1989	Zona urbana de Mocoa, ríos Mulato y Sangoyaco	Destrucción de cuatro viviendas barrio 17 de Julio, remociones en masa detrás de Caja Agraria	El río rebasó el muro de protección y corrió por la Avenida 17 de julio. Evacuación de familias
Remoción de masa, flujo de lodo y escombros	19	07	1991	Murallas vía Mocoa-Pasto	Más de 115 muertos, pérdida de más de 100 vehículos, destrucción de 500 metros de la banca de la vía Mocoa-Pasto	Altas precipitaciones, fallas geotécnicas complicadas con uso inadecuado de explosivos para el mejoramiento de la vía Mocoa-Pasto
Sismo			1993	Mocoa	Una vivienda averiada	El Epicentro fue en la república del Ecuador, movimientos lentos y de corta duración, se presentó dos veces en el año, una en el primer semestre y la otra en el segundo.

Continua...

ANÁLISIS DE AMENAZAS Y VULNERABILIDAD GEOLÓGICA EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA TARUCA Y SANGOYACO PARA EL ÁREA RURAL, SUB-URBANA Y URBANA DE LA POBLACIÓN DE MOCOCA (PUTUMAYO)

TIPO DE EVENTO	FECHA			LOCALIZACIÓN	DAÑOS	OBSERVACIONES
	DÍA	MES	AÑO			
Avenida torrencial	24	05	1994	Zona urbana, ríos Taruca, Mulato, Sangoyaco y Mulato	Sectores inundados como la plaza de mercado y barrios Miraflores, Pablo VI y Naranjito; destrucción parcial del puente peatonal sobre el río Sangoyaco.	Largos periodos de lluvias
Flujo de escombros	22	11	1995	Quebrada Taruca		Remoción en masa, represamiento de la quebrada
Avenida torrencial	15	03	1996	San José del Pepino	Un muerto	Lluvias periódicas y fuertes en las cabeceras de la cordillera
Avenida torrencial	17	06	1997	Zona urbana Mocoa, río Mulato	Una niña muerta, una vivienda averiada, daños menores en varias viviendas	Periodo invernal. El río Mulato salió de su cauce y corrió por la Avenida 17 de julio.
Avenida torrencial			1998	Ríos Mocoa, Sangoyaco, Mulato, Rumiyaco y Pepino	Seis viviendas afectadas en el Estadero Caliyaco, seis viviendas en el barrio Las Américas, pérdida de cultivos de caña en la vereda Rumiyaco, pérdida de 10 hectáreas de pastizales y ganado vacuno	Altas precipitaciones, remociones en masa. Grandes pérdidas económicas no cuantificados

FUENTE: INGEOMINAS 1994; Valencia , 1997 y Fajardo, 1999.

## 5. DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

### 5.1 ASPECTOS FISICOS

#### 5.1.1 Localización

El Departamento del Putumayo con un área de 24.885 Km<sup>2</sup> equivalente al 2,18 % del Territorio Nacional; se encuentra localizado al Sur - Este del país de Colombia, entre los ríos Caquetá y Putumayo, limita al Norte con los departamentos de Cauca y Caquetá, al Oriente con el Departamento del Amazonas, al Sur con la República del Ecuador y Perú y al Occidente con el departamento de Nariño (ver figura 1).

La Capital del Putumayo es Mocoa y su Municipio cuenta con una extensión de 1.266 km<sup>2</sup>, equivalente al 5% del área total del departamento del Putumayo; está localizado en el Piedemonte de la cordillera andina entre 350msnm a 2500 msnm aproximadamente. Limita al norte con los departamentos de Nariño y Cauca; al Sur con los municipios de Villagarzón, Puerto Guzmán y Puerto Caicedo; al Oriente con el Departamento del Cauca y al Occidente con el Municipio de San Francisco y el Departamento de Nariño (ver figura 1).

La microcuenca de la Quebrada Taruca se encuentra en la parte norte del municipio de Mocoa con un área aproximada de 14,14 Km<sup>2</sup> (1.414 ha), equivalente al 1.25 % del área total del Municipio de Mocoa. La corriente de agua principal posee una longitud de 10.348 metros; la microcuenca se encuentra en las siguientes coordenadas planas (ver figura 2):

**Tabla 3. Coordenadas que delimitan la microcuenca de la Quebrada Taruca; el punto uno, se localiza en la parte izquierda superior.**

COORDENADAS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4
X	623.104	623.104	618.104	618.104
Y	1.041.024	1.048.751	1.041.024	1.048.751

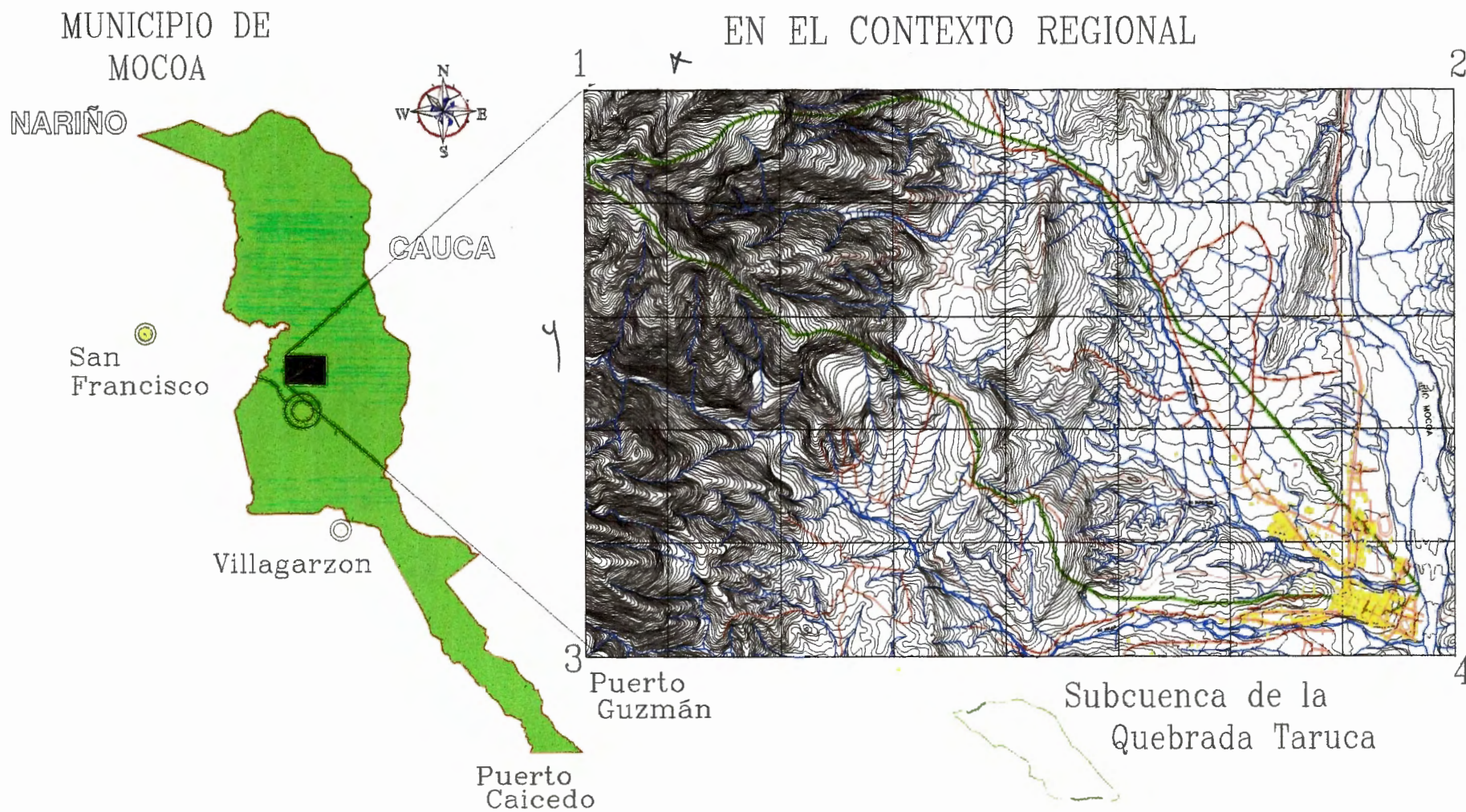
Y limita al norte y al Oriente con la cuenca del Río Mocoa, al Sur y al Occidente con la microcuenca del Río Mulato. La microcuenca se halla atravesada por la vía veredal que conduce a la Vereda San Antonio en su parte oriental y al sur por la vía que conduce a Pitalito. Aguas abajo en la parte rural se encuentra bordeada por la Vereda San Antonio; en la parte suburbana por el tanque de acueducto y la subestación eléctrica y en la parte urbana hasta la desembocadura con el Río Mocoa, por los Barrios Los Pinos, San Fernando, Esmeralda, Los Prados, Huasipanga, La Isla, Progreso, La Floresta, Modelo, Bolívar, José María Hernández, Rumipamba, La Independencia y San Agustín.



FIGURA 1. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO  
EN EL CONTEXTO NACIONAL Y REGIONAL



FIGURA 2. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO  
EN EL CONTEXTO REGIONAL





## 5.1.2 Aspectos Climáticos

La Subcuenca formada por la quebrada Taruca y el río Sangoyaco no cuenta con una estación meteorológica; los datos climáticos se tomaron de las estaciones La Tebaida y del Centro Experimental Amazónico (CEA), los registros corresponden a 14 años (1989 a 2002); además se tienen datos de precipitación de 10 años (1971 a 1980) procedentes de la estación Mocoa.

**Tabla 4. Estaciones meteorológicas consultadas.**

ESTACION	ALTITUD msnm	LATITUD	LONGITUD
CEA	500	609398	1053529
LA TEBAIDA	910	613084	1049818
MOCA	540	614927	1049817

Debido a la marcada variación altitudinal de la microcuenca de la Quebrada Taruca (2200 msnm), ésta presenta de acuerdo a los registros de las estaciones meteorológicas tomadas como base, tres zonas de vida siguiendo el diagrama de clasificación de L. E. Holdridge:

- Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T), que comprende la zona de la microcuenca que va desde los 550 msnm a los 850 msnm.
- Bosque pluvial Premontano (bp-PM), que comprende la zona comprendida desde los 850 msnm a los 2000 msnm.
- Bosque pluvial Montano bajo (bp-Mb), comprendido desde los 2000 msnm a los 2300 msnm.

El municipio por su posición geográfica pertenece a una zona ecuatorial en la que el relieve y la precipitación han caracterizado estos tres pisos bioclimáticos en una zonas de alta humedad y climas lluviosos. Las precipitaciones están determinadas por las corrientes de aire provenientes de la Región Amazónica, llamadas Alisios del Sur-Este.

**Tabla 5. Datos meteorológicos tomados de las estaciones CEA, La Tebaida y Mocoa.**

AÑO	CEA						TEBAIDA		
	P. total	P. máx.	P. mín.	Temp.	Brillo S.	Vien.km/h	P. total	P. máx.	P. mín.
2002	5592*	824 V	345 X	32 - 17	905	16.8	6514	756 V	383 II
2001	5122	894 VI	81 II	30 - 17	1044	16	6834	1094 VI	383 X
2000	5910	967 V	156 II	28 - 20	847	15.6	6399	1009 V	252 II
1999	5146*	683 IV	312 X	22 - 19	912	16.4	8783	1075 VI	401 IX
1998	4856	686 VI	144 I	25 - 19	1073	15.1	7204	1056 V	362 I
1997	5289	639 V	231 I	26 - 20	1130	13.3	6757	1009 V	262 I
1996	5655	776 V	280 XII	30 - 19	1163	14.2	5911	850 V	146 I
1995	3751***	703 VI	198 XII	27 - 20	853	12	3298***	652 VI	198 I
1994	5334	740 VII	247 II	28 - 19	1036	14	5247	617 VI	169 IX
1993	5063	735 VI	258 XII	26 - 19	945	17.5	3884	664 IV	102 X
1992	4036	624 VII	86 I	29 - 11	717	33.6	3344	474 VIII	132 X
1991	4508	577 V	146 I	25 - 17	863	27.7	4781	649 VII	182 XII
1990	5224	703 VI	231 II	33 - 14	912	32.1	5522	824 VI	270 X
1989	4705	608 VII	213 II	32 - 12	1010	33.2	5616	880 V	53 XII

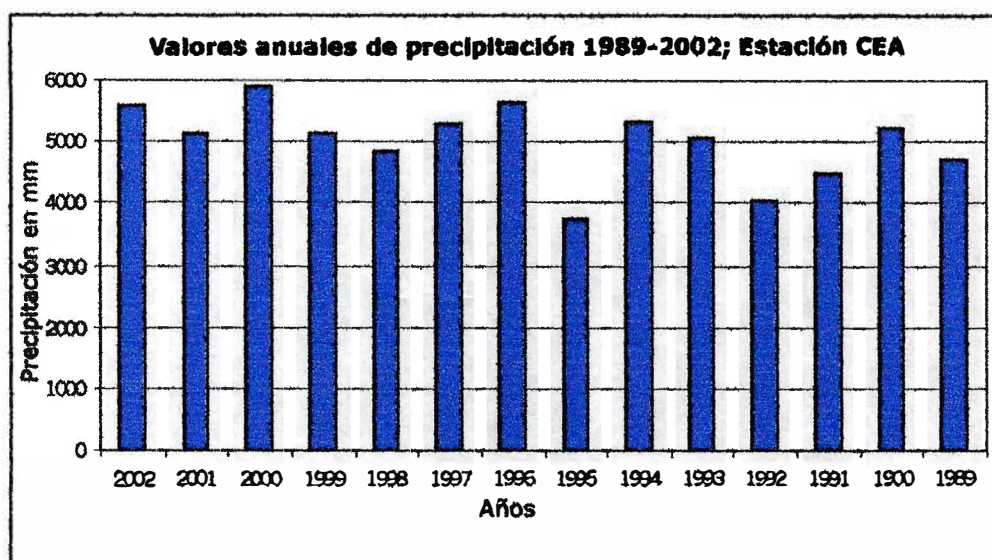
	MOCOA								
	P. total	P. máx.	P. mín.						
1980	4198	615 VI	33	II					
1979	4062	640 IV	83	II					
1978	4004	641 VI	159	II					
1977	3850	477 IV	186	XII					
1976	4955	589 V	200	I					
1975	4302	778 VI	137	XII					
1974	4631	744 VII	165	XII					
1973	3762	545 V	159	X					
1972	5290	740 V	223	III					
1971	5067	698 VII	210	IV					

\* falta un mes(es); #romanos corresponde a la posición del mes en el año; Temperatura °C máxima y mínima; Brillo solar y Viento con valores anuales.

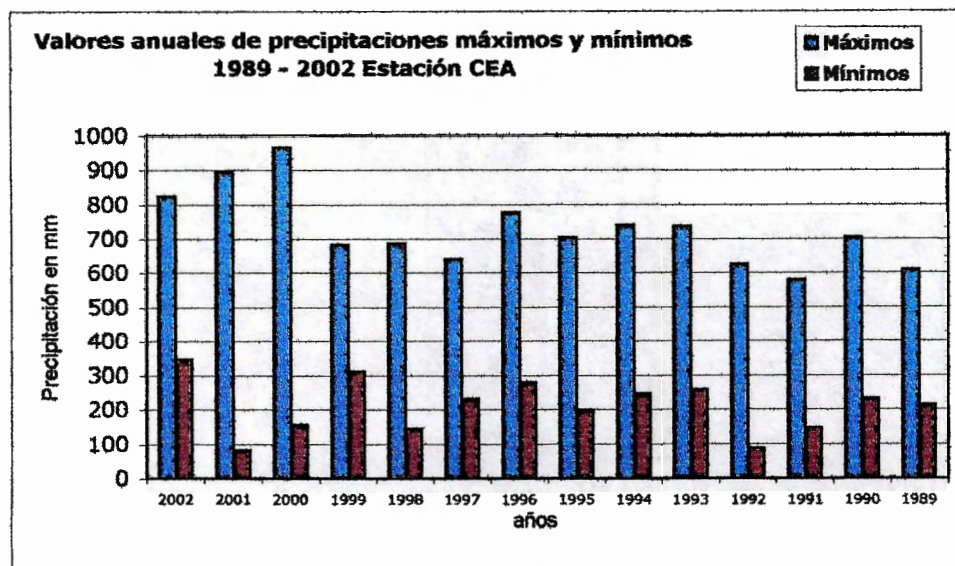
### ◆ Precipitación

De acuerdo a datos reportados para la serie histórica de 24 años (1971 a 1980 y 1989 a 2002) por las tres estaciones, localizadas en el municipio de Mocoa, se registró una precipitación efectiva media anual de 4769 mm. Las variaciones anuales más fuertes de precipitación se observan entre mayo y julio. Estas estaciones se localizan en altitudes entre 500 y 910 m.s.n.m, permitiendo así definir que la información anterior corresponde al régimen climático que se presenta en el sector más poblado del municipio de Mocoa.

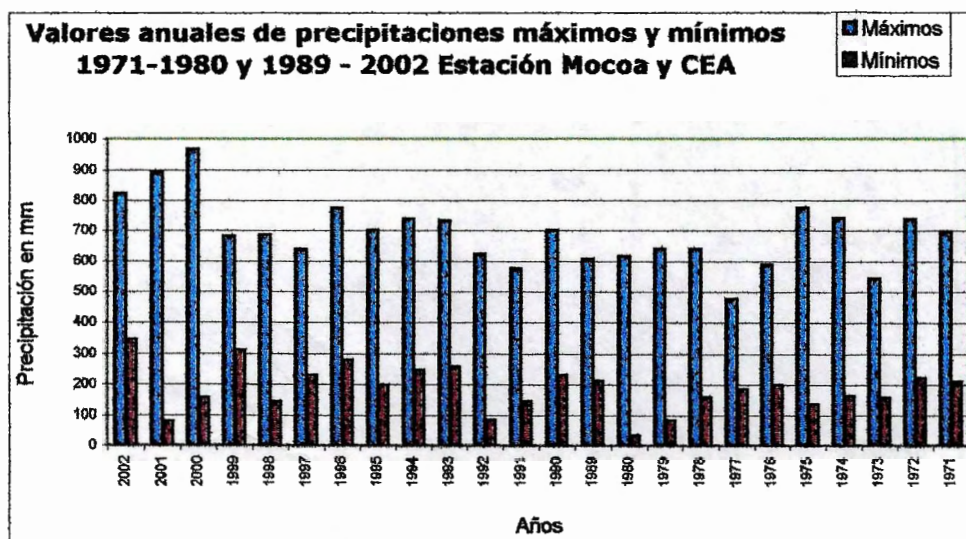
Los datos reflejan que la distribución de precipitación en el municipio de Mocoa es de tipo unimodal, con un período de invierno que va desde mayo hasta julio cuyos máximos valores mensuales de precipitación se presentan en los meses de mayo y junio con 967 mm y 1075 mm. El período de verano comprende con los meses de menor precipitación y corresponde a los meses de noviembre a febrero con valores hasta de 33 mm.



**Gráfica 3. Valores anuales de precipitación, Estación CEA; 1989-2002**

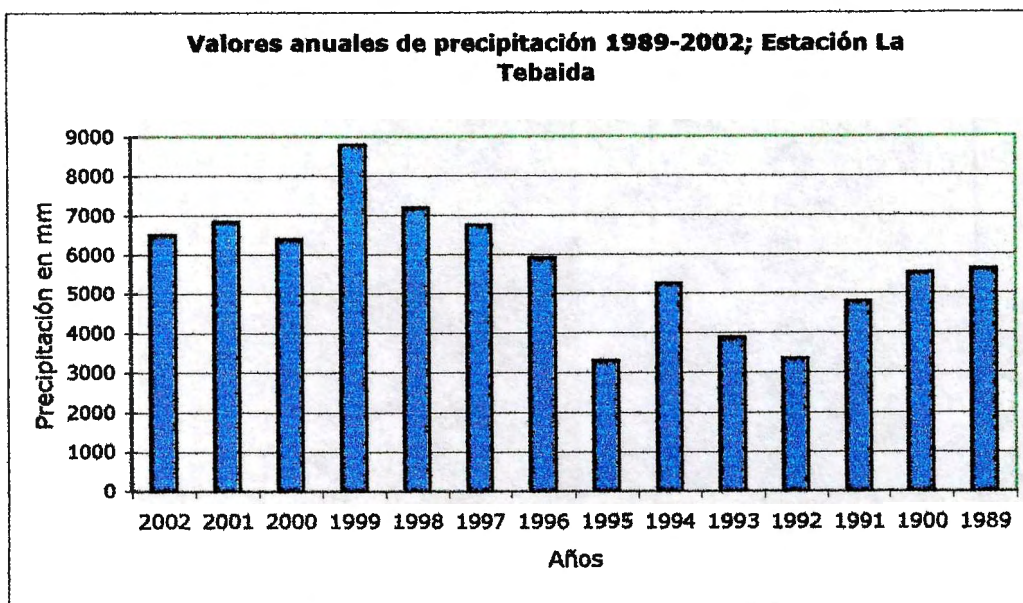


**Gráfica 4. Valores anuales de precipitación máximos y mínimos, Estación CEA; 1989-2002**

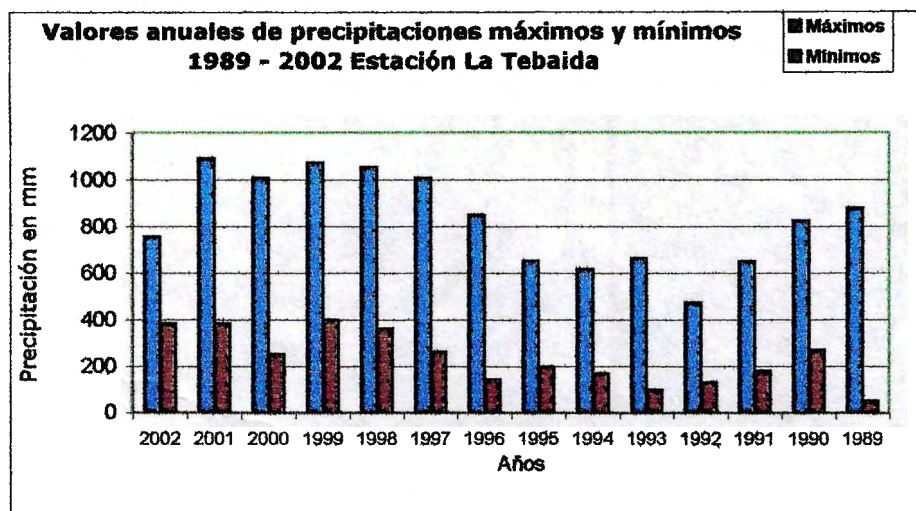


**Gráfica 5. Valores anuales de precipitación máximos y mínimos, Estaciones Mocoa y CEA; 1971-1980 y 1989-2002**



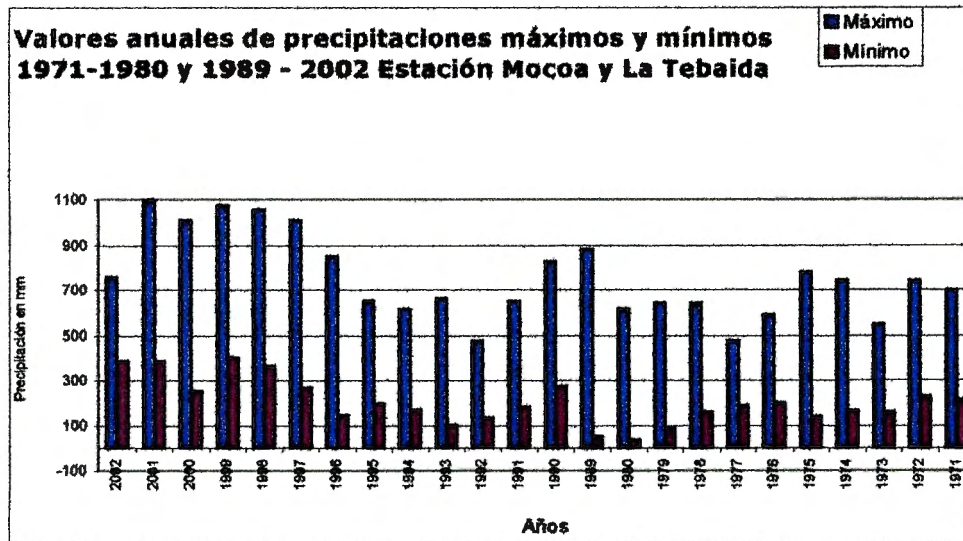


**Gráfica 6. Valores anuales de precipitación, estación La Tebaida; 1989-2002**



**Gráfica 7. Valores anuales de precipitación máximos y mínimos, Estación La Tebaida; 1989-2002**





**Gráfica 8. Valores anuales de precipitación máximos y mínimos, Estaciones Mocoa y La Tebaida; 1971-1980 y 1989-2002**

De las graficas 5 y 8 se puede establecer que la precipitación con valores máximos en este lapso de tiempo (24 años), muestra tres poblaciones bien marcadas, separándolas con valores máximos bajos en los años 1992 y 1977; y que a partir de 1994, la cantidad de lluvia mensual máxima está aumentando; corroborando lo anterior, se observa que los tres picos de precipitación de las tres poblaciones está aumentando (2001, 1989 y 1975).

Entonces, el aumento de precipitación aunado a las condiciones geológicas, geomorfológicas y al uso inadecuado del suelo en la Subcuenca han generado y seguirán generando flujos de detritos coluvio-aluviales de gran magnitud, como se observa en la foto 1.



a).



b).

Foto 1. Bloques de gran tamaño, que reflejan la magnitud de los eventos torrenciales producto de los continuos flujos coluvio-aluviales ayudados por las quebradas Taruca y Taruquita. a) lado izquierdo aguas abajo de la quebrada Taruca y b) lado derecho.

### ❖ **Nubosidad**

El municipio de Mocoa presenta dos periodos de alta nubosidad (6 octas), el primero en los meses de marzo y abril y el segundo de junio a agosto; durante el resto del año tiene una nubosidad promedio de 5 octas, indicando un régimen bimodoal de nubosidad.

### ❖ **Brillo Solar**

De acuerdo a los datos obtenidos de las estaciones, se identificaron cuatro periodos de brillo solar que corresponden de octubre-diciembre; agosto-septiembre; enero-mayo y junio-julio; siendo el primer periodo el de mayor brillo solar y el cuarto periodo el de menor brillo solar. El promedio anual es de 958. Los meses de mayo, junio y julio que corresponden a los meses de menor brillo solar concuerdan con los meses de mayor precipitación y mayor nubosidad.

### ❖ **Evaporación**

Se identificaron tres periodos de evaporación: el primer y con máximos valores va de septiembre a diciembre; intermedio enero a marzo y un mínimo de abril a agosto. El mes de mayor evaporación es octubre con un valor de 102 y el mes de menor evaporación corresponde al mes de julio con un valor de 62. Los parámetros de brillo solar Vs evaporación no guardan ninguna relación, lo cual se puede atribuir al tipo de cobertura vegetal y suelo.

### ❖ **Humedad Relativa**

Los datos indican una humedad relativa promedio de 86%, con un máximo relativo en los meses de enero y junio con 95%, y un mínimo relativo de 81% en los meses de febrero, septiembre y octubre.

### ❖ **Vientos**

Bajo un sistema montañoso como el que tiene la Subcuenca, existen variaciones diarias en la dirección del viento durante el mes y durante el año. Se ha observado que en el día, los vientos soplan del valle del río Mocoa hacia la zona montañosa y durante la noche se invierte el proceso. Teniendo en cuenta que los vientos sufren variaciones en cuanto a su velocidad dependiendo de la altura sobre el nivel del mar, en las partes altas, éste soplará con más fuerza que en la parte plana; el promedio anual de la velocidad del viento en el municipio de Mocoa es de 20 km/h.

## ❖ **Temperatura**

La temperatura media de la capa de aire tiene un valor casi constante de 23°C a lo largo de todo el año. Los valores extremos se presentan con un máximo en los meses de noviembre a febrero hasta con valores de 33°C y mínimos hasta de 11°C en los meses de mayo, junio y julio.

De acuerdo a los parámetros anteriores, el municipio de Mocoa se clasifica dentro de las zonas de vida de L.E. Holdridge, como bosque muy húmedo tropical (bmh-T).

### **5.1.3. Geología**

Para la relación estratigráfica del área de estudio se tomó como base principal los trabajos realizados por INGEOMINAS (Mapa Geológico de Colombia Plancha 430 – Mocoa, 1998), INGETEC “Desarrollo Hidroeléctrico Cuenca del Alto Caquetá; Etapa de PREFACTIBILIDAD” y Diagnóstico Ambiental de Alternativas variante San Francisco Mocoa. La información geológica consultada fue complementada y corroborada con visitas de campo y análisis de fotografías aéreas.

En el área de estudio se identificaron seis unidades litológicas de diferente edad; que de más antiguas a más recientes son: el Jurásico-Triásico por rocas ígneas plutónicas (JRcd), el Cretáceo-Terciario por rocas sedimentarias (Kv, Tpep, Trum) y el Cuaternario por rocas sedimentarias coluvio - aluviales (Qcal y Qt)

La secuencia de unidades rocosas aflorantes en la subcuenca, presentan una dirección aproximada de NE-SW, encontrándose de más antigua a más recientes (ver mapa 1):

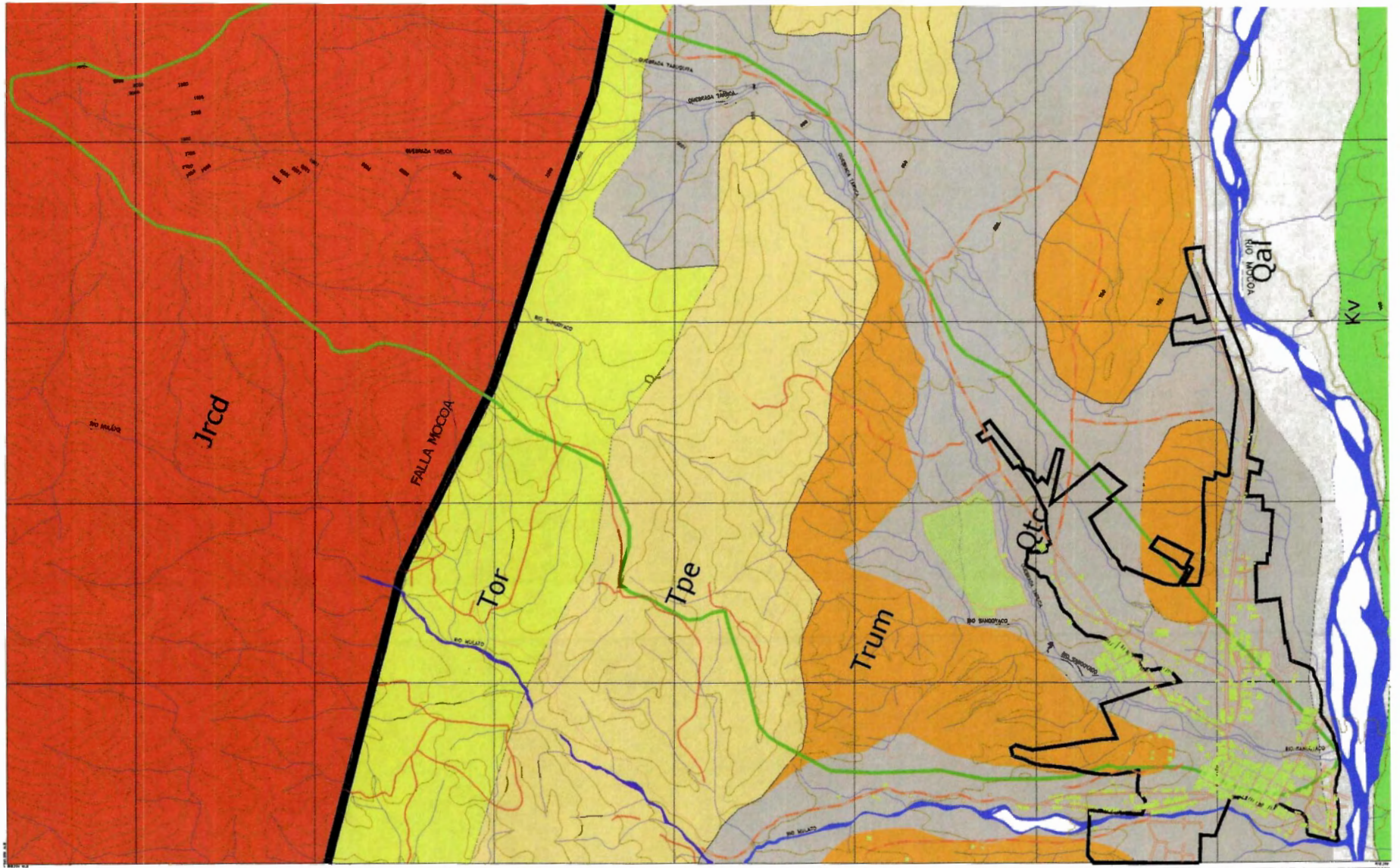
- **Era Mesozoica**

- ❖ **Jurásico – Triásico**

#### **Batolito de Mocoa (Jrcd)**

Estos afloramientos corresponden a bloques tectónicos, levantados o hundidos, originados por el paso de la Falla Mocoa. De acuerdo con la información de INGEOMINAS esta unidad corresponde posiblemente a una franja de cuerpos plutónicos que se extienden por el flanco oriental de la Cordillera Central desde la Serranía de San Lucas (Departamentos de Antioquia y Bolívar) hasta la frontera con Ecuador. En general esta unidad corresponde a un complejo ígneo en el cual se presentan varios tipos de rocas intrusivas cuya textura y composición varía de un sitio a otro; generalizando son de textura fanerítica, grano medio a grueso, color gris claro, duras, compactas,





ANÁLISIS DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD GEOLOGICA PARA LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA TARUCA Y RIO SANGUAYACO EN EL AREA URBANA, SUBURBANA Y RURAL DEL MUNICIPIO DE MOCOA DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

MAPA No. 1  
GEOLOGIA

CONVENCIONES

- Via pavimentada
- Via principal sin pavimentar
- Carreterable
- Caminos
- Rfo principal
- Quebrada
- Curva de nivel
- Casa
- Cabecera Municipal de Mocoa

LEYENDA

- Qca Depósitos aluviales del Cuaternario
- Qcl Depósitos coluviales del Cuaternario
- Or Formación Orito
- Pp Formación Pecho
- Rm Formación Rumiyaco
- Vl Formación Vileto
- B Bollo de Mocoa

DATOS DE REFERENCIA CARTOGRAFICA

Elipsoide: Internacional de Hayford.  
 Proyección: Transversa de Mercator  
 Coordenadas Geog: Origen... 4°35'56.57"N y 077°04'51.30"W  
 Coordenadas planas: 3 grados al Oeste del Observatorio Astronómico Nacional de Bogotá.

DESCRIPCIONES

Cartografía de la Asesoría de LARSA. El mapa digital se elaboró a partir de 4 planchas realizadas a mano por la Sección de Cartografía de la CIP en 1984 a escala 1:10,000.  
 Este mapa presenta una deformación causada al estar basado en las coordenadas planas en el plano base de digitalización, tanto en longitud como en latitud, generando una deformación de 0.4 cm en longitud y 1 cm en latitud.  
 Cualquier ajuste a la resma debe ser realizado, favor hacer llegar a:



DIRECCION REGIONAL PUTUMAYO  
 MOZAIICO DE PLANCHAS CARTOGRAFICAS UTILIZADAS EN LA PRESENTE BASE

480-9-01 480-9-02  
 480-10-01 480-10-02

Escala de ploteo:

1:10.000

Escala Gráfica:



Fecha de Compilación:  
SEPTIEMBRE-OCTUBRE DE 2003

Fecha de Actualización:  
NOVIEMBRE 2003

Digitalizó: OMAR JOLDA CHANTRE  
Diseño

Secuencia de Plancha:  
Versión final en AutoCAD 2000

Información Base: CORPOAMAZONIA  
D.R.P.

Diseño y edición: Espinosa Torres



diclasadas y altamente fracturadas, compuestas principalmente por cuarzo, feldspatos, anfíboles y micas (teniendo en cuenta el porcentaje de los cristales antes mencionados, se encontraron cuarzdioritas, granodioritas y cuarzomonzonitas), y la presencia de minerales secundarios producto de alteración hidrotermal como calcita, epidota y clorita que enmascaran parcialmente la textura original de la roca.

Cuando se meteorizan estas rocas, especialmente por acción de fallas se vuelven blandas, friables, se desmenuzan fácilmente dejando una mezcla de arcilla de color rosado (producto de alteración de feldspatos) y granos de cuarzo. El grado de meteorización aumenta desde fresco en cauces de ríos y quebradas (roca friable se encontró al margen derecho aguas abajo de la quebrada Taruquita) hasta suelo residual en las partes más altas de laderas de valles. Otra característica importante de esta unidad es la presencia de numerosos diques que la atraviesan en diferentes direcciones, de composición básica, duros, textura fanerítica fina a microporfírica, color verde a verde oscuro, como se observa en la foto 2.



a)



b)

Foto 2. Roca plutónica o intrusiva, aflorando en la quebrada Taruquita; a) roca diaclasada a causa de la Falla de Mocoa, nótese los planos de fractura de color verde claro y b) venas de diques básicos, de color oscuro, que están cortando la roca intrusiva.

❖ **Cretácico**

**Formación Villeta (Kv)**

En general esta Formación está constituida por arcillas físciles (shales), de color gris, gris oscuro, pardo oscuro y negro, finalmente laminadas, blándas a duras, a veces calcáreas, con o sin presencia de fósiles y concreciones calcáreas, fracturadas, replegadas localmente, en estratos delgados y en algunos sectores muy carbonosas; el ambiente de formación de estas rocas es cuencas marinas profundas. Las características litológicas presentes en las diferentes secciones son debido principalmente al tectonismo que las afecta, a cambios litológicos laterales y al contacto discordante con la suprayacente Formación Rumiayaco.

La parte alta de la Formación se encuentra tectonizada y replegada por la Falla Mocoa, aflorando en forma de cuña tectónica. Los efectos dinámicos de las fallas han producido repetición de las secuencias y replegamiento de estratos, lo que ha engrosado la formación hasta 2400 metros aproximadamente; además, han originado rocas catacláticas a expensas de las arcillolitas, generando milonitas calcáreas, filonitas, ultramilonitas calcáreas y brechas silíceas. Los afloramientos de esta roca, se evidencian en el río Mocoa, en el puente colgante que conduce al río Afán, al sur-oriente de la subcuenca.

• **Era Cenozoica**

❖ **Terciario**

**Formación Rumiayaco (Trum)**



Foto 3. Afloramiento de Trum. en la quebrada Taruca, la socavación de la quebrada a esta roca, genera continuos deslizamientos.



La Formación Rumiayaco flora en la parte media y sur de la subcuenca (ver mapa 1), reposa de forma concordante sobre las rocas cretácicas (Formación Villeta); está conformada en su mayor parte por arcillolitas rojizas que varían de tonalidad roja a violeta con moteado gris, café, gris verdoso a púrpura y por arcillolitas de color gris oscuro que hacia el tope presentan restos de hojas; posee intercalaciones delgadas de areniscas arcillosas hacia la base y tope. En la parte media aparecen delgadas capas de conglomerados. Aflora principalmente en los ríos Pepino, Rumiayaco, Sangoyaco, Mulato, Mocoa y Ticuanayoy y en la quebrada Taruca (como se ve en la foto 3). Esta formación fue depositada en ambientes transicionales (marino-continental) en medios oxidantes.

### **Formación Pepino (Tpe)**

Aflora en las estribaciones del piedemonte, se constituye por tres miembros: Inferior, Medio y Superior. El Inferior se constituye por conglomerados clasto - soportados por guijos redondeados, esféricos a elongados, de chert gris oscuro y amarillo, cuarzo lechoso, lilitas café claro y areniscas, con matriz arenosa fina a media. El Medio se compone de arcillolitas pardo rojizas con variaciones a violeta y púrpura, moteadas de gris claro verdoso y por arcillolitas grises, blandas a medio - duras, muy alteradas, en estratos gruesos masivas. El espesor de esta unidad según INGETEC S.A., es variable aumentando en sentido sur-norte desde 450 m en el río Mulato hasta 600 m en el sector del puente sobre el río Caquetá y Verdeyaco, en la vía Mocoa Pitalito.

El miembro Superior se constituye por niveles de conglomerado clasto - soportado por guijos redondeados, esféricos a alongados, de chert, cuarzo lechoso, lilitas café claro y areniscas, con matriz areno-limosa. El color es gris claro a veces teñido de pardo rojizo, duro y compacto, como se ve en la foto 4. Fue depositada en un ambiente continental - fluvial; el espesor es variable, fluctuando entre 50 - 235 m.



Foto 4. Afloramiento de la Fm. Pepino en la confluencia de las quebradas Taruca y Taruquita. En el martillo se ve la alternancia del conglomerado con la capa de arenisca de color gris.

### **Formación Orito (Tor)**

Esta unidad se conforma de arcillolitas y lodolitas grises, pardo rojizas, rojo ladrillo o abigarradas, fracturadas, alteradas y blandas, como se ve en la foto 5. Predominan intercalaciones de limonitas, areniscas líticas y conglomerados; la coloración de las limonitas es similar a la de las arcillolitas. Aguas arriba de la confluencia de las quebradas Taruca y Taruquita, sobre la quebrada Taruca se observó un afloramiento de arcillolitas y lodolitas varicoloreadas, cerca al cuerpo intrusivo; por la altitud y por su cercanía a este cuerpo, las arcillolitas y lodolitas se las puede correlacionar con la formación Orito

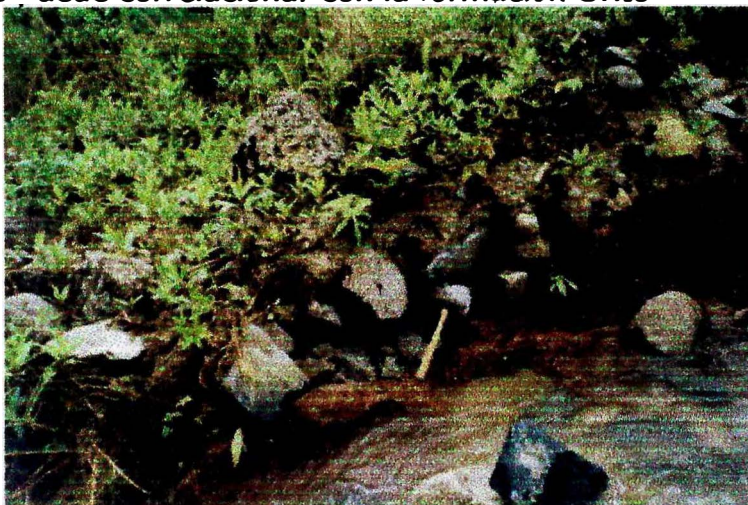


Foto 5. Contacto basculado de depósitos aluviales recientes provenientes de la quebrada Taruca con lodolitas abigarradas de la Formación Orito.

#### **❖ Cuaternario**

### **Conos y Terrazas aluviales (Otc)**

Los depósitos coluvio aluviales se conforman por materiales erosionados a causa de la meteorización física y transportados por gravedad, encontrándose en la base de laderas sobre terrenos de alta pendiente. En el área de estudio se forman por los fenómenos de remoción en masa (flujos de detritos); su composición depende de la litología presente en cada sector. Este tipo de depósito generalmente se componen de gravas con guijos, guijarros y cantos rodados de hasta 12 m de diámetro, arenas, gravas de menor tamaño, limos y arcillas, de composición principalmente ígnea; se encuentran asociados a los canales fluviales, a las llanuras de inundación de las quebradas Taruca y Taruquita y río Sangoyaco formando conos de deyección y terrazas aluviales; como se observa en las foto 6 y7.





a)



b)

Foto 6. a) ejemplo de formación de un abanico a pequeña escala y b) conglomerado matriz soportado con bloques hasta de 3 metros de diámetro producto de los diferentes eventos torrenciales de las quebradas Taruca y Taruquita.

Las terrazas se pueden apreciar a lo largo de la quebrada Taruca y río Sangoyaco con diferentes alturas llegando a superar en partes los 10 metros. Se componen de bloques cuyos tamaños llegan a medir hasta 6 metros de diámetro, cantos, gravas y arenas de diferente composición, embebidos en una matriz areno limosa.



a)



b)

Foto 7. a) y b) los continuos cambios del cauce de la quebrada Taruca, ha formado terrazas, que son utilizadas para el pastoreo.

### **Depósitos Aluviales (Oal)**

Se hallan en los cauces del río Sangoyaco y Mocoa y en las quebradas Taruca y Taruquita (ver foto 8); en general predominan las arenas gruesas con guijos, guijarros y cantos rodados de hasta un metro de diámetro, en menor cantidad arenas finas y grandes bloques de tamaños hasta de 4 metros, Su composición principal es de rocas ígneas, en menor proporción metamórficas y sedimentarias.



Foto 8. Depósitos recientes dejados por las quebradas Taruquita (a) y Taruca (b). Los sedimentos finos, son aprovechados en la extracción de arena.

#### 5.1.4 Geología Estructural

Colombia hace parte de una zona orogénica relativamente ancha situada entre tres grandes placas litosféricas: La Sudamérica, Caribe y Nazca, las cuales están constituidas por rocas basálticas de tipo oceánico. El movimiento relativo entre estas placas durante el período Cenozoico originó la estructura actual de las cordilleras colombianas. Estos movimientos de tipo convergente han generado fallas de cabalgamiento y de rumbo; los movimientos a lo largo de estas fallas son los responsables de la actividad sísmica de Colombia y están íntimamente relacionadas con la aparición de relieves con alturas que superan los 5000 m.

El departamento del Putumayo se encuentra afectado por diferentes fallas algunas de ellas consideradas como regionales por su gran extensión geográfica. La dirección de estas estructuras generalmente es de NE-SW, N - S y NW-SE; para el área de estudio se encuentra la Falla de Mocoa cuyas características son las siguientes:

**Falla de Mocoa:** Es una estructura importante en la Cuenca Sedimentaria petrolífera del Putumayo, debido a que marca el límite entre ésta y la cordillera Andina. Pone en contacto rocas ígneas plutónicas (JRcd) y volcánicas (JRvs) del juratriásico, con rocas sedimentarias terciarias y cretácicas de las formaciones Villeta, Caballos y grupo orito.

En el área de estudio aparece con dirección N40°E; esta falla separa las rocas del Batolito de Mocoa con las rocas del Terciario (Formación Orito). Según Hidroestudios Ltda., 1984, parece ser activa, de carácter inverso y alto ángulo. Fotogeológicamente se distingue fácilmente por presentar un claro lineamiento, presencia de facetas triangulares, silla de caballo, domos y por el cambio brusco de pendientes en los abanicos aluviales (ver foto 9).



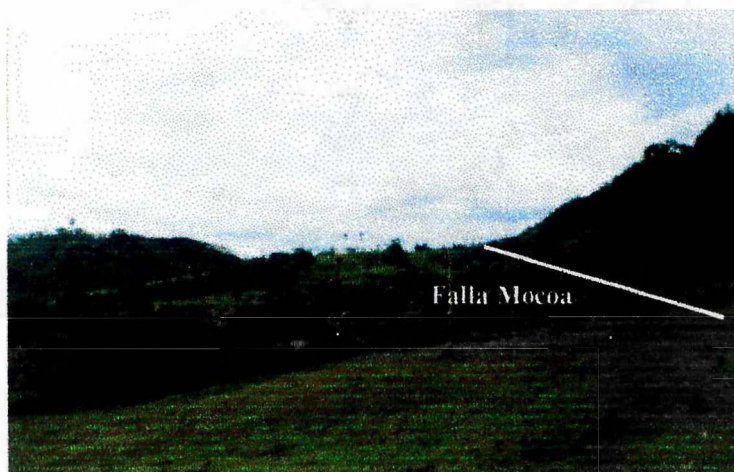


Foto 9. Obsérvese el cambio brusco de pendiente a causa de la presencia de la Falla Mocoa, la cual forma una silla de caballo, Vereda San Antonio.

#### 5.1.4 Geomorfología

Las unidades geomorfológicas del área son el resultado de la interacción de procesos acumulativos, denudativos estructurales y climáticos que sumados a la composición litológica del subsuelo, determinan las formas del relieve que se observan en el presente (ver mapa 2).

Se empleó la metodología y nomenclatura internacional establecida por la International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (I.T.C) de Holanda, complementada por los libros Breviario de Geomorfología y Principios de Geomorfología.

- **Unidades de Origen Denudativo**

- **❖ Montañas Denudas (Md)**

Unidad de paisaje constituida por cuarzodioritas, granodioritas y cuarzomonzonitas, cuya ladera estructural y erosional tiende a ser regular y moderadamente disectada debido a la uniformidad y dureza de las rocas que la conforman. Las cimas son agudas, sobresaliendo por su altura; la dirección de la pendiente estructural y guarda relación con la dirección de buzamiento de los planos de diaclasa (S30°E). El patrón de drenaje es subparalelo, con densidad media y en algunos sectores con control estructural, como la quebrada Taruca; la erosión es escasa, presentando buena cobertura vegetal.

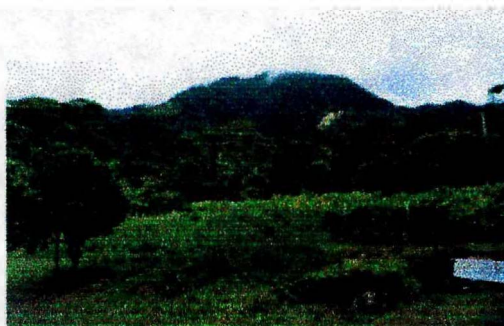
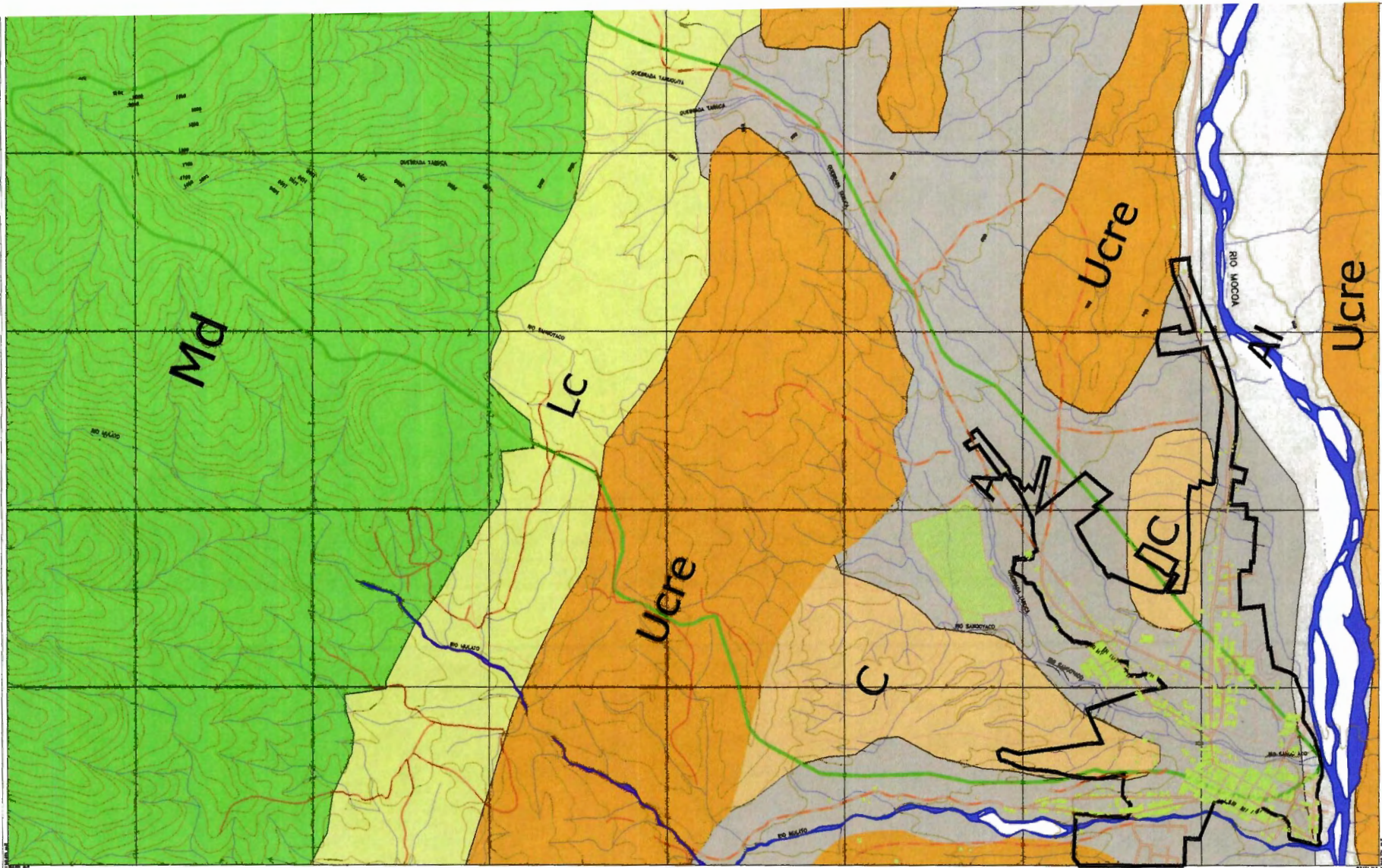



Foto 10. Al fondo se puede observar la cima subaguda, nacimiento de la quebrada Taruca.





<p>ANÁLISIS DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD GEOLOGICA PARA LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA TARUCA Y RIO SANGUYACO EN EL AREA URBANA, SUBURBANA Y RURAL DEL MUNICIPIO DE MOCOA DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO</p> <p>MAPA No. 2 GEOMORFOLOGIA</p>	<p><b>CONVENCIONES</b></p> <p>Via pavimentada </p> <p>Via principal sin pavimentar </p> <p>Carretero </p> <p>Caminos </p> <p>Río principal </p> <p>Quebrada </p> <p>Curva de nivel </p> <p>Casa </p> <p>Cabezera Municipal de Mocoa </p> <p>Subcuenca Quebrada La Taruca </p>	<p><b>LEYENDA</b></p> <p> Md Montañas desnudas</p> <p> Lc Laderas coluviales</p> <p> C Colinas</p> <p> Ucre Unidades de crestas escalonadas</p> <p> C Abanicos Colúvico-oluviales</p> <p> Depósitos oluviales</p>	<p><b>DATOS DE REFERENCIA CARTOGRAFICA</b></p> <p>Elipsoide: .....Internacional de Hayford.</p> <p>Proyección: .....Transversa de Mercator</p> <p>Coordenados Geog: Origen...4°35'56.57"N y 077°04'51.30"W</p> <p>Coordenados planos: .....3 grados al Oeste del Observatorio Astronómico Nacional de Bogotá.</p> <p><b>Observaciones</b></p> <p>Cartografía de la Aeronáutica de LARSAL. El mapa digital se elaboró a partir de 4 planchas rectangulares o mono por la Sección de Cartografía de la CAP en 1994 a escala 1:10,000.</p> <p>Este mapa presenta una deformación asociada cuando por errores de las coordenadas trazadas en el plano base de digitalización, surge en longitud como en latitud, generando una deformación de 0.4 cm en longitud y 1 cm en latitud.</p> <p>Cualquier ajuste a la presente cartografía, favor hacer llegar a CORPOAMAZONIA, Dirección Regional Putumayo - Mocoa.</p>	 <p><b>DIRECCION REGIONAL PUTUMAYO</b></p> <p>MOZAIICO DE PLANCHAS CARTOGRAFICAS UTILIZADAS EN LA PRESENTE BASE</p> <p>480-9-04 480-9-08</p> <p>480-9-12 480-9-16</p>	<p>Escala de ploteo: 1:10.000</p> <p>Escala Gráficas: </p> <p>Fecha de Compilación: SEPTIEMBRE-OCTUBRE DE 2003</p> <p>Fecha de Actualización: NOVIEMBRE 2003</p> <p>Ingénieur Base: OMAR JOJOA CHANTRE</p> <p>Ingénieur: Verónica Roca en AutoCAD 2000</p> <p>Información Base: CORPOAMAZONIA D.R.P.</p> <p>Mapa elaborado por: Verónica Roca</p>
---	---	---	---	--	---



Además se caracteriza por presentar fenómenos de remoción en masa como deslizamientos activos e inactivos, caída de bloques y flujos de lodo; identificada por presentar pendientes altas y valles angostos. Tanto la condición de impermeabilidad de las rocas cristalinas como las de semipermeabilidad de los suelos areno-arcillosos que se desarrollan sobre aquellas han conducido a que la escorrentía esculpa una red de drenaje densamente ramificada dendrítica a dendrítica subangular, según la profundidad del manto de meteorización y la incidencia del diaclasamiento. Los cauces principales son ensanchados y sinuosos, bastante profundos con laderas empinadas como se observa en la foto 11. Los suelos residuales alcanzan considerable espesor, en general son jóvenes y con buena cobertura vegetal; el uso agrícola es restringido, pero en cambio suelen dedicarse mayormente al pastoreo, que a menudo deforman las laderas mayores del 30% en forma de pisadas de vaca.



Foto 11. La dureza de la roca cristalina forma valles en V y estrechos, con presencia de altas pendientes.

#### ❖ **Unidad de Crestones Escalonados (Ucre)**

Presenta un paisaje monoclinal constituido por estratos alternos de diferente consistencia, en este caso arcillolitas y lodolitas con conglomerados y areniscas del terciario (ver foto 12). Estas se encuentran dispuestas en una ladera estructural con un patrón escalonado de crestones paralelos alargados, con escarpes abruptos en la contrapendiente y separados por depresiones igualmente paralelas, prolongándose linealmente siguiendo un rumbo más o menos rectilíneo. El patrón de drenaje es subparalelo consecuente en la dirección de la pendiente estructural, por la resistencia que ofrece las rocas más duras y subdendrítico obsecuente en la dirección de la contrapendiente, por la presencia de las rocas blandas. La densidad de drenaje se puede

catalogar como de moderada. La meteorización en general es moderada y no se tiene una cobertura vegetal completa.

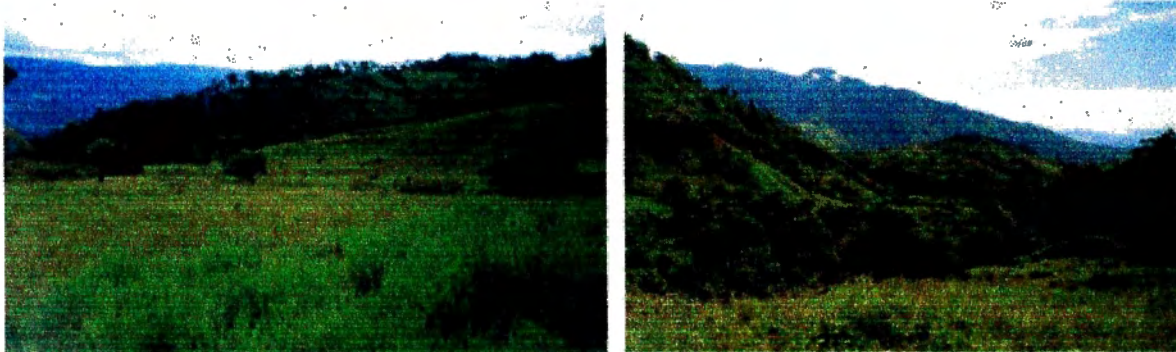


Foto 12. En ambas fotos se observan las crestas escalonadas, producto de la presencia de rocas con lato grado de dureza provenientes de la Formación Pepino.

#### ❖ Laderas Coluviales (Lc)

Son formas del relieve que se originan en pendientes topográficas fuertes, donde el material arrancado es depositado en las partes bajas de laderas por acción gravitacional e hidrogravitacional principalmente. El drenaje superficial es ausente, el perfil del suelo es delgado, presentándose saturación en los materiales heterogéneos que los componen, como se ve en la foto 13.



Foto 13. El contraste de pendiente genera coluviones, que se depositan en la parte plana en forma de abanicos.

#### ❖ Colinas (C)

En el área Corresponde al relieve de la parte baja de las unidades de cresta, producto de la acción de procesos denudativos y modelados por erosión hídrica y fenómenos de remoción en masa. Ejemplo de este relieve es el sitio donde se encuentra edificado el I.T.P.



- **Unidades de Origen Fluvial**

- ❖ **Abanicos (A)**

Corresponde a la planicie inclinada que se extiende desde la parte montañosa, nacimientos de las quebradas Taruca y Taruquita y que se han formado producto de la sedimentación de estas corrientes de agua torrenciales que emergen de las zonas más elevadas hacia las zonas más bajas y planas, como puede observarse en la foto 14. La red de drenaje es subparalela, el horizonte del suelo es joven con cobertura de pastos.



Foto 14. Planicie moldeada por las constantes avenidas torrenciales; al fondo se observa la Serranía de los Churumbelos.

- ❖ **Valles Aluviales (Va)**

Corresponde a la franja alargada y estrecha sobre la cual se ha producido sedimentación aluvial, representada en bancos a lo largo de los cauces de las Quebradas Taruca y Taruquita y río Sangoyaco, los cuales están cortando el abanico formado por los diferentes eventos fluviotorrenciales formados por las quebradas anteriormente mencionadas; no poseen horizontes desarrollados de suelo.

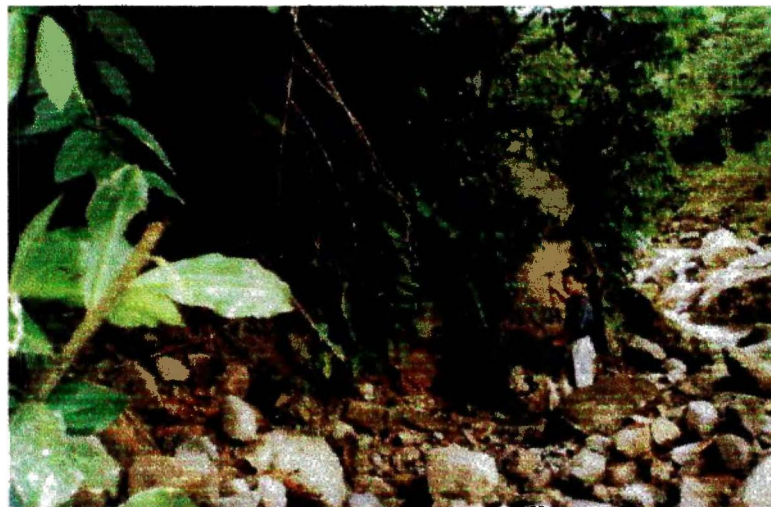


Foto 15. La socavación lateral de la quebrada Taruca está afectando al abanico coluvio-aluvial.

## 5.1.5 Sectorización Hídrica

### 5.1.5.1 Parámetros morfométricos

En las ciencias de la tierra ha sido reconocida la dependencia de la geomorfología en la interacción de la geología, el clima y el movimiento del agua sobre la tierra; esta interacción es de gran complejidad y prácticamente imposible de ser determinada con modelos determinísticos, y se debe tomar como un proceso de comportamiento mixto con un fuerte comportamiento estocástico (por la ausencia de datos de precipitación, caudales y niveles máximos en la subcuenca, es difícil estimar comportamientos de inundación y represamiento especialmente generados por las quebradas Taruca y Taruquita).

El manejo de las cuencas representa uno de los aspectos más importantes dentro del ámbito de los recursos naturales. El municipio de Mocoa presenta gran cantidad de agua, factor que hace de este una riqueza natural que requiere de un manejo integrado y un aprovechamiento apropiado de los diferentes recursos que interactúan entre sí.

Para tener una idea del comportamiento natural de la subcuenca de la quebrada Taruca, se han realizado algunos cálculos morfométricos los cuales permitirán percibir de manera general la distribución y el comportamiento del agua superficial sobre el terreno. De esta manera es posible interpretar los procesos naturales de carácter hídrico que representan beneficios o perjuicios en el municipio.

Los parámetros morfométricos analizados en este trabajo están definidos de la siguiente manera:

#### ❖ Dimensiones más usuales

- **Área (A):** Medida de la superficie de la cuenca, encerrada por la divisoria topográfica. Se considera como la superficie fuente que contribuye a la captación de aguas lluvias que aportan la escorrentía superficial de una microcuenca; entre más grande sea el área de la cuenca, mayor tiempo necesitará el pico de crecida en pasar por un punto determinado y necesariamente sucede que las crecidas son menores cuando las cuencas aumentan en tamaño. En términos relativos y de acuerdo al área, una cuenca puede catalogarse como grande, mediana o pequeña.

**A = 14,14 Km<sup>2</sup> (1.414 ha)**

- **Perímetro (P):** Medición de la longitud de la línea envoltoria y divisoria de la microcuenca.

**P = 19,105 km**

- **Longitud Axial: (Lx):** Distancia existente entre la desembocadura y el punto más lejano aguas arriba de la cuenca; llamado también eje de la cuenca.

$$Lx = 8,279 \text{ km}$$

- **Ancho promedio (Ap) = A/Lx:** Cociente entre el área y la longitud axial de la cuenca. Su interpretación se hace relevante en el Factor Forma.

$$Ap = 14,14/8,279 = 1,71 \text{ km}$$

#### ❖ Forma de la Subcuenca

Por la importancia de la configuración de la cuenca, se cuantifica sus características por medio de índices o coeficientes, los cuales relacionan el movimiento del agua y la respuesta de la cuenca a tal movimiento. Además ofrece la posibilidad de comparar las cuencas de tamaño, localización y características geológicas similares.

La forma de la cuenca controla la velocidad con que el agua llega al cauce principal, cuando sigue su curso, desde el origen hasta su desembocadura. La forma de la cuenca difícilmente se puede expresar por medio de un índice numérico, sin embargo, se han propuesto varios coeficientes que enseñan en gran parte la organización del drenaje dentro de la cuenca y otros factores que afectan la hidrología de la corriente:

Los índices utilizados en el presente trabajo para su reconocimiento e interpretación son:

- **Factor forma (Ff) = Ap/Lx.** Expresa la relación entre el ancho promedio y la longitud axial. Este índice da alguna indicación de la tendencia de la cuenca hacia las crecidas. Así, las cuencas con factores forma bajos, son menos propensas a tener lluvias intensas y simultaneas sobre su superficie que un área de igual tamaño con un factor de forma mayor.

$$Ff = 1,71/8,279 = 0.21$$

Siendo el factor forma de 0.21, o sea un factor forma bajo, se deduce que esta subcuenca es poco susceptible a las crecidas, contradiciendo lo observado en campo.

- **Coefficiente de Compacidad (Kc) = P/2√π·A:** Es el valor resultante de dividir el perímetro de la cuenca por el perímetro de un círculo de igual área que el de la cuenca. Este coeficiente está relacionado estrechamente con el tiempo de concentración, que es el tiempo que tarda una gota de lluvia en moverse desde la parte más lejana de la cuenca hasta el desagüe; en este

momento ocurre la máxima concentración de agua en el cauce, puesto que están llegando gotas de lluvia de todos los puntos de la cuenca. Se distinguen tres clases de formas:

Kc1 rango de 1 a 1.25 de forma casi redonda a oval redonda

Kc2 rango de 1.25 a 1.5 de forma oval redonda a oval-oblonga

Kc3 rango de 1.5 a 1.75 de forma oval-oblonga a rectangular-oblonga

A medida que el Kc tiende a 1, o sea cuando la cuenca tiende a ser redonda, aumenta la peligrosidad de la cuenca a las crecidas, porque las distancias relativas de los puntos de la divisoria con respecto a uno central, no presenta diferencias mayores y el tiempo de concentración se hace menor; por lo tanto será mayor la probabilidad de que las crecidas de las crecientes sean continuas.

$$Kc = 19,105 / 2*(3.1416*14.14)^{1/2} = 1,4$$

El valor de Kc de 1,4 corresponde al Kc2; por lo tanto la subcuenca de la quebrada Taruca tiene una oval redonda a oval-oblonga, lo que significa que el grado de susceptibilidad a las crecidas es intermedio a poco susceptible, ya que el resultado se aleja de 1.

- **Densidad de drenaje (Dd)= Lt/A.** Es la relación existente entre la sumatoria de la longitud de todos los cauces de una cuenca (Lt) con la superficie total de la cuenca (A). Las cuencas son caracterizadas habitualmente por una red suelta o densa según estén densos o sueltos los cursos de agua; gracias a su determinación se obtiene información de las características físicas de los materiales sobre los cuales se han desarrollado.

$$Dd = 31,662 \text{ km} / 14.14\text{km}^2 = 2,24 \text{ km/km}^2$$

El anterior resultado deduce que posee una densidad de drenaje de 2,24 km de cauce por km<sup>2</sup>. Esta densidad de drenaje es baja; significando que por unidad de superficie hay un número insuficiente de elementos de drenaje. Esta densidad pone de manifiesto que el manejo de la cuenca debe de ser cuidadoso e intenso, para evitar el deterioro de los cauces y el desequilibrio de la subcuenca.

- **Patrón de Drenaje (Pd):** Se determina a través del reconocimiento del tipo de ramificación de la red de drenaje, es decir, de la forma como los tributarios se unen a la corriente principal, teniendo en cuenta el ángulo de incidencia de los tributarios de menor orden hacia los de mayor orden; corresponde a la distribución estructural de los hilos de agua sobre la superficie de la cuenca, indicando la información relevante de la roca madre, materiales del suelo y subsuelo y geomorfología con la cantidad de agua que circula sobre la superficie de la cuenca.



Para la subcuenca se han identificado los patrones de drenaje que relacionan el componente estructural con el componente litológico bajo la pendiente pronunciada en la zona de laderas. La subcuenca muestra un desarrollo de fuertes pendientes en terrenos constituidos por materiales cristalinos y por materiales sedimentarios grano grueso, donde sus corrientes se ordenan formando ángulos agudos y distribuidos de manera arborecente, conformando un drenaje dendrítico a subdendrítico (ver figura 9) . La quebrada Taruca después de la confluencia con la quebrada Taruquita presenta un patrón de drenaje paralelo a subparalelo indicando el abrupto cambio de pendiente, reflejando la estructura geológica del paso de la falla de Mocoa.

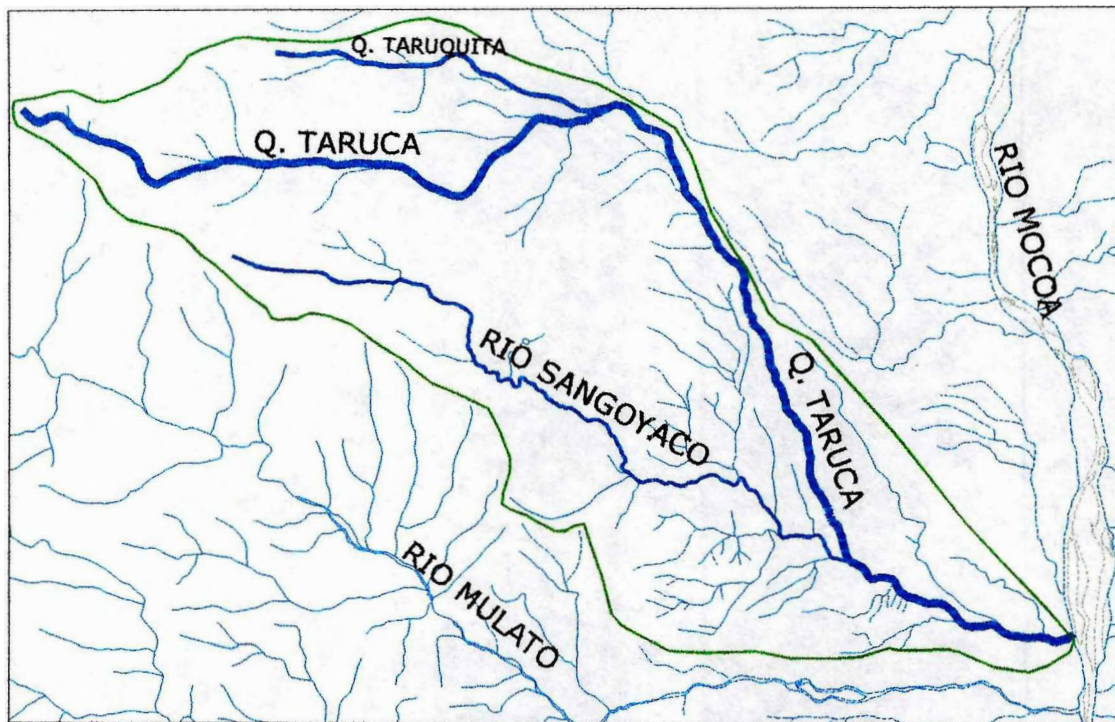


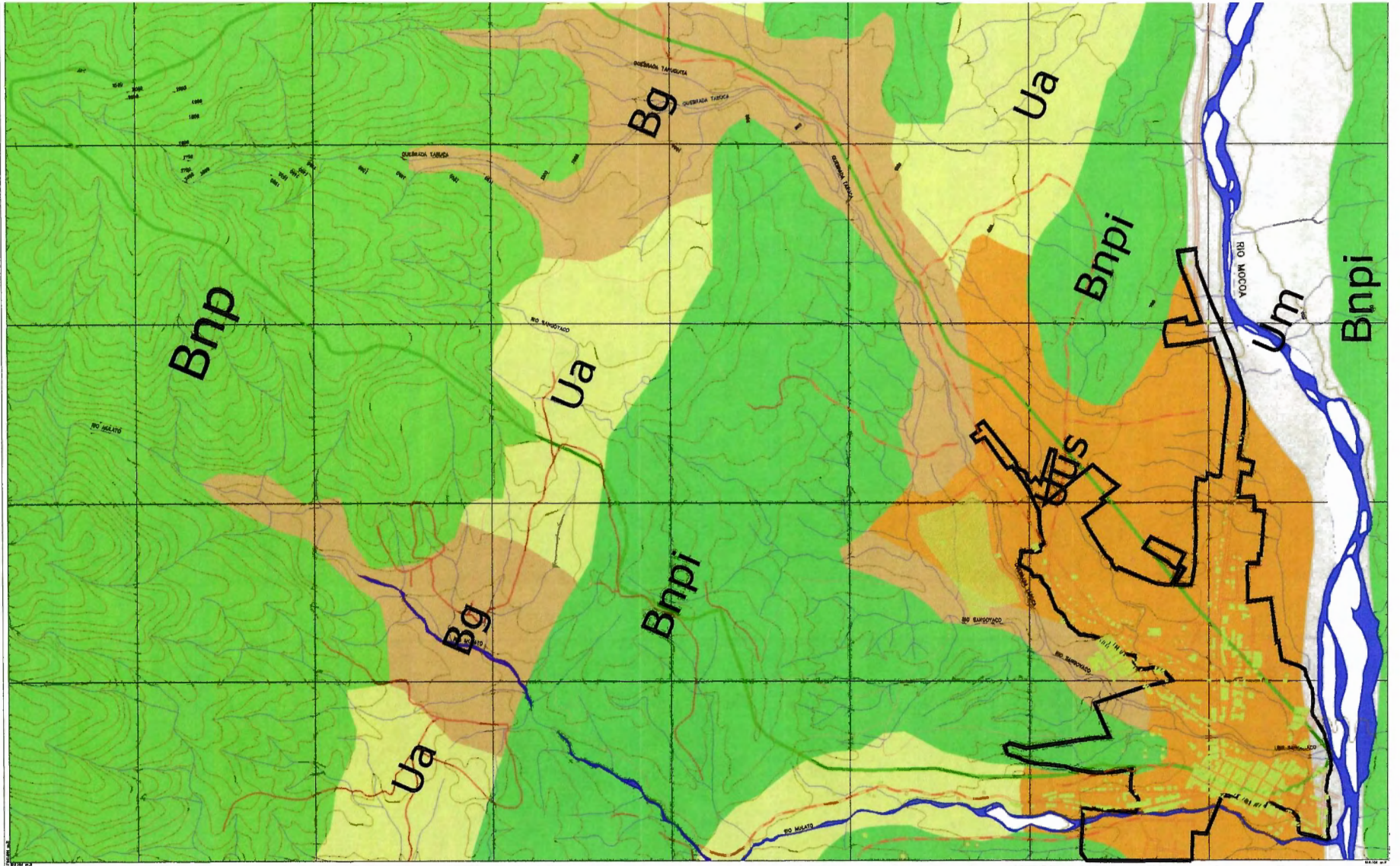
Figura 9. Nótese el redireccionamiento de la quebrada Taruca después de la confluencia con la quebrada Taruquita, producto del paso de la Falla Mocoa.

### 5.1.6 Uso actual del Suelo

Para determinar el uso actual del suelo y la cobertura vegetal en la subcuenca se realizaron estudios de fointerpretación y análisis visual, además de corroborar esta información en campo; esto permitió conocer las principales características de cada una de las coberturas vegetales y con ello explicar las principales causas de su deterioro.

El uso del suelo en la subcuenca se puede agrupar de la siguiente manera (ver mapa 3).





ANÁLISIS DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD GEOLOGICA PARA LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA TARUCA Y RIO SANGOYACO EN EL AREA URBANA, SUBURBANA Y RURAL DEL MUNICIPIO DE MOCOA DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

MAPA No. 3

USO ACTUAL DEL SUELO

**CONVENCIONES**

Via pavimentada

Via principal sin pavimentar

Carreterable

Caminos

Río principal

Quebrada

Curva de nivel

Casa

Cabecera Municipal de Mocoa

Subvención Quebrada La Taruca

**LEYENDA**

Bosque Natural Primario

Bosque Natural Primario Intermedio

Bosque de Galería

Uso Agropecuario

Uso Urbano y suburbano

Uso Minero

**DATOS DE REFERENCIA CARTOGRAFICA**

Elipsoide: .....Internacional de Hayford.

Proyección: .....Tranversal de Mercator

Coordenadas Geog: Origen...4°35'56.57"N y 077°04'51.30"W

Coordenadas planas: .....3 grados al Oeste del Observatorio Astronómico Nacional de Bogotá.

**OBSERVACIONES**

Cartografía de la Aerofotogrametría de LAESA. El mapa digital se elabora a partir de 4 planimetrías realizadas o más por la Sección de Cartografía de la CAP en 1924 a escala 1:15,000.

Este mapa presenta una deformación asociada causada por errores de las coordenadas ubicadas en el plano base de digitalización, tanto en longitud como en latitud, generando una deformación de 0.4 cm en longitud y 1 cm en latitud.

Cualquier ajuste a la presente cartografía, favor hacer llegar a [contact info]

**DIRECCION REGIONAL PUTUMAYO**

MOZAIKO DE PLANCHAS CARTOGRAFICAS UTILIZADAS EN LA PRESENTE BASE

400-20-04 400-20-05

400-20-10 400-20-11

Escala de plano: 1:10,000

Escala Gráfica:

Fecha de Compilación: SEPTIEMBRE-OCTUBRE DE 2003

Fecha de Actualización: NOVIEMBRE 2003

Elaborado por: OMAR JOAQUIN CHANTRE Ochoaga

Secuencia de Plancha: Versión final en AutoCAD 2000

Información Base: CORPOAMAZONIA D.R.P.

© Todos los derechos reservados



### ❖ **Bosque Natural primario (Bnp).**

La distribución de las especies vegetales depende fundamentalmente del clima. Este tipo de bosque es uno de los más frágiles y de mayor importancia desde el punto de vista ambiental, por prestar beneficios ecológicos de importancia como la fitoestabilización de suelos de ladera, la protección de microcuencas y el control de la erosión. En la subcuenca esta asociación se encuentra en alturas que van desde los 1500 a 2300 metros sobre el nivel del mar. Se puede decir que este bosque aún se encuentran en su mayor parte virgen y debido a los accidentes topográficos, la intervención antrópica es muy baja.

### ❖ **Bosque Natural primario intervenido (Bnpi).**

Se refiere a las áreas boscosas en donde se ha realizado aprovechamientos selectivos de especies maderables y se ha implantado en su lugar pastizales y agricultura de subsistencia. Lastimosamente el panorama de la subcuenca en este aspecto es triste y las áreas de bosques primarios están siendo taladas en grandes cantidades. Actualmente se presentan como áreas de reductos boscosos con grandes claros en su interior, afectando de esta manera este importante ecosistema, como se aprecia en la foto 16. El proceso de sustitución paulatina del bosque por pastos y cultivos se puede entender ya que la mayoría de la población culturalmente esta formada para realizar actividades agropecuarias y en muchas ocasiones no presentan ningún interés en realizar actividades forestales encaminadas a la protección y conservación de estos recursos.



Foto 16. Al fondo el nacimiento de las quebradas Taruca y Taruquita. Se observan áreas de bosque afectadas por procesos de sobrepastoreo.

### ❖ **Bosque de Galería (Bg)**

Se entiende como aquella franja de vegetación que se encuentra bordeando las riveras de las corrientes de los ríos y de aguas freáticas. En el municipio este

tipo de vegetación se ve altamente afectada ya que las actividades agrícolas y pecuarias cada vez aumentan amplían sus límites hacia los cauces principales de las quebradas y ríos (Foto 17). Es muy común encontrar cultivos de maíz y pasto como las coberturas dominantes en las riveras de los ríos. Esta distribución de los cultivos hacia las orillas de los ríos obedece principalmente a que la gente busca siempre las mejores condiciones para vivir y sobre esas zonas generar su desarrollo.



Foto 17. Intervención de las rondas de la quebrada Taruca en la confluencia con la Taruquita, en la ampliación de la frontera agrícola.

#### ❖ **Uso Agropecuario (Ua)**

Representada por extensas áreas de pastos, siendo las principales especies el pasto Ray Graz (*Lolium multiflorum*), pasto Kikuyo (*Penisetum clandestinum*) y pasto Saboya (*Holcus lanatus*) utilizados en la producción ganadera. Estas áreas se encuentran generalmente acompañadas de pequeñas áreas de rastrojos, dedicadas a la producción agrícola de subsistencia de plátano, banano, yuca y maíz. A pesar de que la actividad ganadera representa un freno en el desarrollo de la subcuenca, la población no conoce el verdadero conflicto y por el contrario no le interesa trabajar sosteniblemente sus tierras; esto se evidencia por la continua ampliación de la frontera agropecuaria y las técnicas inadecuadas de establecimiento de potreros la cual se realiza sin tener en cuenta la aptitud del suelo y la capacidad de carga del mismo, generando problemas como pata de vaca, desestabilización de laderas y aumento de erosión hídrica.



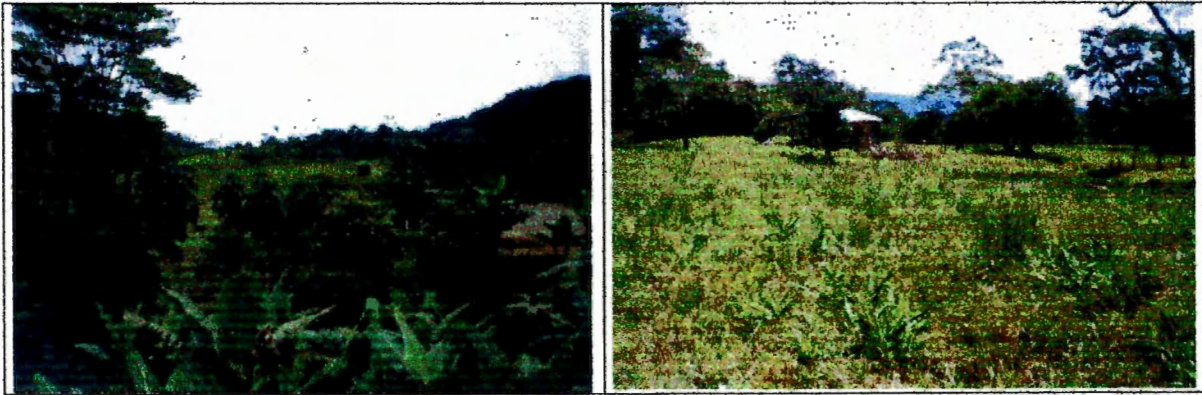


Foto 18. Se observa la dominancia de áreas productivas las cuales han colonizado las zonas de bosque

#### ❖ **Uso Minero (Um).**

En la subcuenca se extrae material de arrastre especialmente arena de las quebradas Taruquita y Taruca, tanto en la parte rural como en la parte urbana. La extracción se realiza sin ninguna técnica, mediante la construcción de piscinas directamente en el cauce.



Foto 19. La falta de empleo ha llevado algunos pobladores a realizar la actividad de extracción de arena.

#### ❖ **Uso Urbano y Suburbano (Uus)**

Hace referencia al suelo utilizado para la construcción de los asentamientos urbanos y suburbano del municipio de Mocoa.



### 5.1.7 Pendientes

La pendiente en el sentido estricto se basa en el cálculo del gradiente de la inclinación del terreno respecto al plano horizontal. Bajo este enfoque se han agrupado en este estudio los valores de inclinación calculados por el SIG en clases, cada una de las cuales tiene un comportamiento ante una actividad propuesta. Los valores de inclinación fueron calculados en el SIG por un procedimiento basado en las distancias entre las curvas de nivel previamente digitalizadas; estos valores pueden ser expresados en grados de inclinación o en porcentaje.

En la elección de clases se tuvo en cuenta tanto la delimitación de áreas homogéneas como la potencialidad o limitación para el uso agrario. La utilización del mapa topográfico a escala 1:10.000 y la equidistancia de curvas de nivel cada 10 m presentes en esta cartografía conducen a un alto grado de exactitud en el cálculo de las pendientes que han sido sometidos a un procesamiento de interpolación y se pueden obtener áreas mejor manejables en su representación cartográfica.

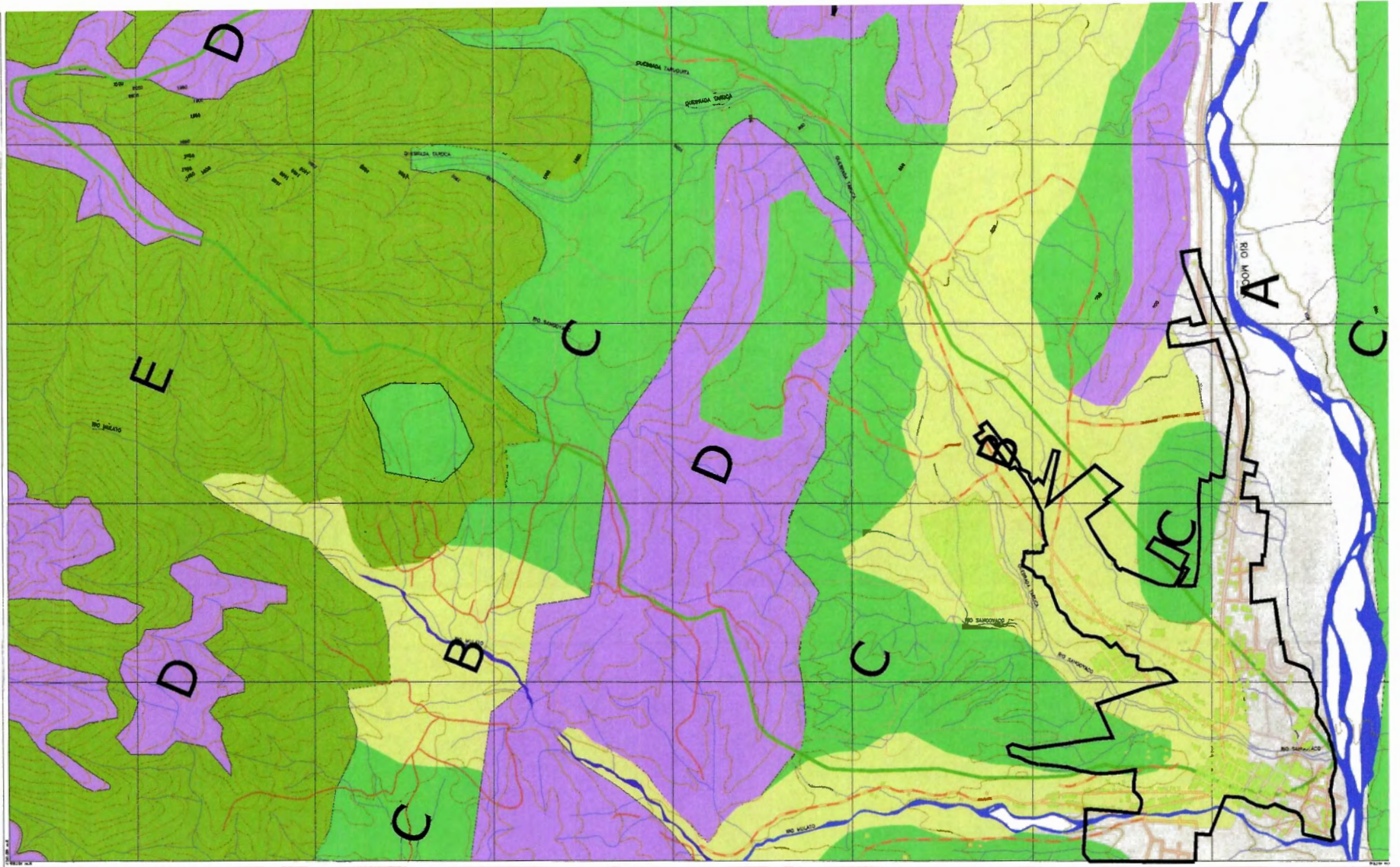
#### ❖ Clasificación de pendientes

La clasificación de pendientes del presente estudio se basa en las recomendaciones del Soil Survey Staff (1951) del estado de Kansas de los EE.UU, que establece seis rangos que dependen de la asignación de actividades a desarrollar y del impacto de estas sobre el territorio. Dentro de estas clases de uso agrario se intenta dar más información sobre el grado de pendiente y su concepto de pendiente simple (en una dirección) o compleja (en varias direcciones).

A continuación se presenta una caracterización de éstas con sus respectivas recomendaciones de manejo (Mapa 4 y Tabla 6).

**Tabla 6. Clasificación de pendientes Fuente Soil Survey Staff 1951**

<b>Clase</b>	<b>Pendientes medias %</b>	<b>Relleve</b>
<b>A</b>	0 - 7	Plano
<b>B</b>	7 - 15	Plano a suavemente inclinado
<b>C</b>	15 - 30	Fuertemente inclinado
<b>D</b>	30 - 45	Montañosa a muy montañosa
<b>E</b>	Mayor de 45	Escarpada



ANÁLISIS DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD GEOLOGICA PARA LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA TARUCA Y RIO SANGOYACO EN EL AREA URBANA, SUBURBANA Y RURAL DEL MUNICIPIO DE MOCOA DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

MAPA No. 4  
PENDIENTES

**CONVENCIONES**

Via pavimentada

Via principal sin pavimentar

Carreterías

Caminos

Río principal

Quebrada

Curva de nivel

Casa

Cabeecera Municipal de Mocoa

Subcuenca Quebrada La Taruca

**LEYENDA**

Pendientes entre 0 - 7%

Pendientes entre 7 - 15%

Pendientes entre 15 - 30%

Pendientes entre 30 - 45%

Pendientes mayores a 45%

**DATOS DE REFERENCIA CARTOGRAFICA**

Elipsoide: .....Internacional de Hayford.

Proyección: .....Transversa de Mercator

Coordenadas Geog: Origen...4°35'58,57"N y 077°04'51,30"W

Coordenadas planas: .....3 grados al Oeste del Observatorio Astronómico Nacional de Bogotá.

**OBSERVACIONES**

Cartografía de la Autorización de LARS. El mapa digital se elaboró a partir de 4 planchas rectangulares a escala por la Sección de Cartografía de la CAP en 1994 a escala 1:16.000.

Este mapa presenta una deformación localizada por errores de las coordenadas locales en el plano base de digitalización, tanto en longitud como en altura, generando una deformación de 0,4 cm en longitud y 1 cm en altura.

Cualquier ajuste a la presente cartografía, favor hacer llegar a COPEMAMAZONA Regional Putumayo.

**DIRECCION REGIONAL PUTUMAYO**

MOZAIICO DE PLANCHAS CARTOGRAFICAS UTILIZADAS EN LA PRESENTE BASE

490-0-C4 420-0-03

460-07-08 420-07-08

Escala de ploteo: 1:10.000

Escala Gráfica:

Fecha de Compilación: SEPTIEMBRE-OCTUBRE DE 2003

Fecha de Actualización: NOVIEMBRE 2003

Secuencia de Planchas: Versión final en AutoCAD 2000

Digitalizó: OMAR JUJUA CHANTRE Geólogo

Información Base: CORPOAMAZONA D.R.P. A/Logo sistema cartográfico base



- **Zona A de Pendientes de 0 a 7%:** Estas pendientes se distribuyen sobre las planicies aluviales donde los procesos de escorrentía superficial son lentos pero susceptibles a los procesos de erosión hídrica. En épocas invernales se pueden ver afectados por problemas de inundaciones y alterar las actividades productivas
- **Zona B de Pendientes de 7 a 15 %:** Corresponde a la continuación de la anterior zona y esta representada por la presencia de un relieve ondulado que asciende lentamente desde el fondo de los valles hacia la vertiente de la subcuenca. La escorrentía, bajo esta condición de pendiente, puede ser lenta a media, y se puede presentar erosión hídrica debido a la susceptibilidad y cobertura vegetal de los suelos.
- **Zona C de Pendientes de 15 a 30 %:** Esta zona comprende la transición entre las zonas planas y fuertes, a las zonas de pié del talud montañoso. En este relieve ligeramente quebrado la escorrentía puede llegar a ser rápida y la erosión hídrica puede incrementarse bajo condiciones hidrometereológicas adversas, incrementando el arrastre de partículas de suelo. Para esta zona, se recomienda la instalación de cultivos en franjas, sistemas agroforestales y cultivos aterrazados.
- **Zona D de Pendientes de 30 a 45 %:** Este rango de pendiente representa las áreas de fuerte pendiente, en donde la escorrentía puede ser rápida a muy rápida y corresponde a las zonas altas en donde las quebradas se encajonan en el relieve. Los procesos de deterioro del suelo se incrementan cada vez más debido a la falta de técnicas apropiadas de conservación de suelos de ladera, dedicados a actividades pecuarias en zonas de fuertes pendientes acelerando el proceso erosivo. En estas zonas se recomiendan incluir cultivos rotacionales y áreas de pasto, siempre y cuando se involucren alternativas de manejo sostenible.
- **Zona E de Pendientes mayores a 45 %:** Este rango de pendiente se encuentra principalmente en la parte nor-occidental y sur-occidental de la subcuenca. La escorrentía es muy grande y debido a la ausencia de suelos resistentes se hacen difíciles los cultivos y el mantenimiento de pastos; existe un predominio de rocas cristalinas duras y altamente fracturadas. Al igual que la anterior zona, requiere de adecuadas prácticas de manejo o puede dedicarse también a áreas de bosque productor-protector.

## 6. ANÁLISIS DE AMENAZAS

La amenaza se evalúa y consiste en el proceso mediante el cual se analiza la ocurrencia de un fenómeno o evento potencialmente desastroso en un sitio específico y durante un período de tiempo determinado.

Para analizar las amenazas tanto naturales como antrópicas que inciden directamente sobre el área de estudio, se procedió primero a identificarlas:

Tabla. Tipos de amenazas observados en la subcuenca de la quebrada Taruca.

	CLASE DE AMENAZA	TIPO DE AMENAZA	SUBTIPO O EVENTO AMENAZANTE
NATURAL	GEODINAMICA INTERNA	SISMICA	FALLA: LIBERACIÓN DE ENERGIA
	GEODINAMICA EXTERNA	METEOROLOGICA	FUERTES PRECIPITACIONES
		HIDROLOGICA	RIOS o QUEBRADAS: INUNDACIONES
		MOVIMIENTOS EN MASA	DESLIZAMIENTOS, FLUJOS DE ESCOMBROS o DETRITOS
ANTROPICA	ANTROPOGENICAS	SOCIO-NATURALES	CONTAMINACION : BASURAS, VERTIMIENTOS AGUAS RESIDUALES DEFORESTACION USO INADECUADO DEL SUELO

### 6.1 ANÁLISIS DE AMENAZAS NATURALES

Para analizar y evaluar este tipo de amenaza a partir de un modelo probabilístico, debe disponerse de información tanto histórica como instrumental acerca de la **FRECUENCIA** (número de eventos que suceden en un determinado lapso de tiempo) y la **SEVERIDAD** la cual está en función de la **magnitud y tiempo de permanencia**. Para realizar un buen análisis es importante tener un registro de los eventos naturales sucedidos a través del tiempo (número de sismos, inundaciones, deslizamientos), con el objeto de calcular su tiempo de retorno ( $T_r$ ), y así buscar medidas de prevención y mitigación. Para el caso de inundaciones y deslizamientos, es necesario contar con datos hidrometeorológicos propios de la cuenca como datos de precipitación, caudales y niveles máximos de las corrientes de agua para realizar el respectivo análisis hidráulico; lo anterior con el fin de conocer el comportamiento de el suelo, vegetación y precipitación dentro de la cuenca y su interacción (probabilidad de ocurrencia) con la comunidad asentada en ella.

Como no se cuenta con registros de sismos, pluviosidad, caudales y niveles del área de interés, se determinó la amenaza a partir de información secundaria, datos de precipitación de estaciones meteorológicas localizadas fuera de la cuenca, análisis de fotografías aéreas de escalas 1: 9500 y 1: 48000 de los años 1990 y 1995 respectivamente, y de los mapas generados y corroborados a partir de las visitas de campo como son geología, geomorfología, uso actual del suelo y de pendientes.



Las amenazas naturales que están interactuando con la convivencia de la comunidad del área de interés son: sísmica, inundación y flujos coluviales.

### 6.1.1 AMENAZA SÍSMICA

Para el análisis de las amenazas de orden sísmico se tuvo en cuenta principalmente las características litológicas y el fracturamiento de las rocas. Los sismos de origen tectónico como fuente de peligro, son eventos de difícil predicción en el territorio municipal y a nivel nacional; los cuales no han podido ser evaluados de manera exacta debido a la ausencia de estudios e instrumentos específicos, pero es necesario tener en cuenta, que de acuerdo al Código Colombiano de Construcción y Sismoresistencia, la región del Municipio de Mocoa está catalogada como de **AMENAZA SISMICA ALTA**, por estar en un área con una fuerte actividad sismotectónica (limitada a lo largo de los sistemas de fallas del Borde Llanero) en el ámbito tectónico regional de la subducción de la Placa de Nazca bajo el Bloque Andino, evidenciada por la cantidad de temblores sentidos en el Departamento del Putumayo.

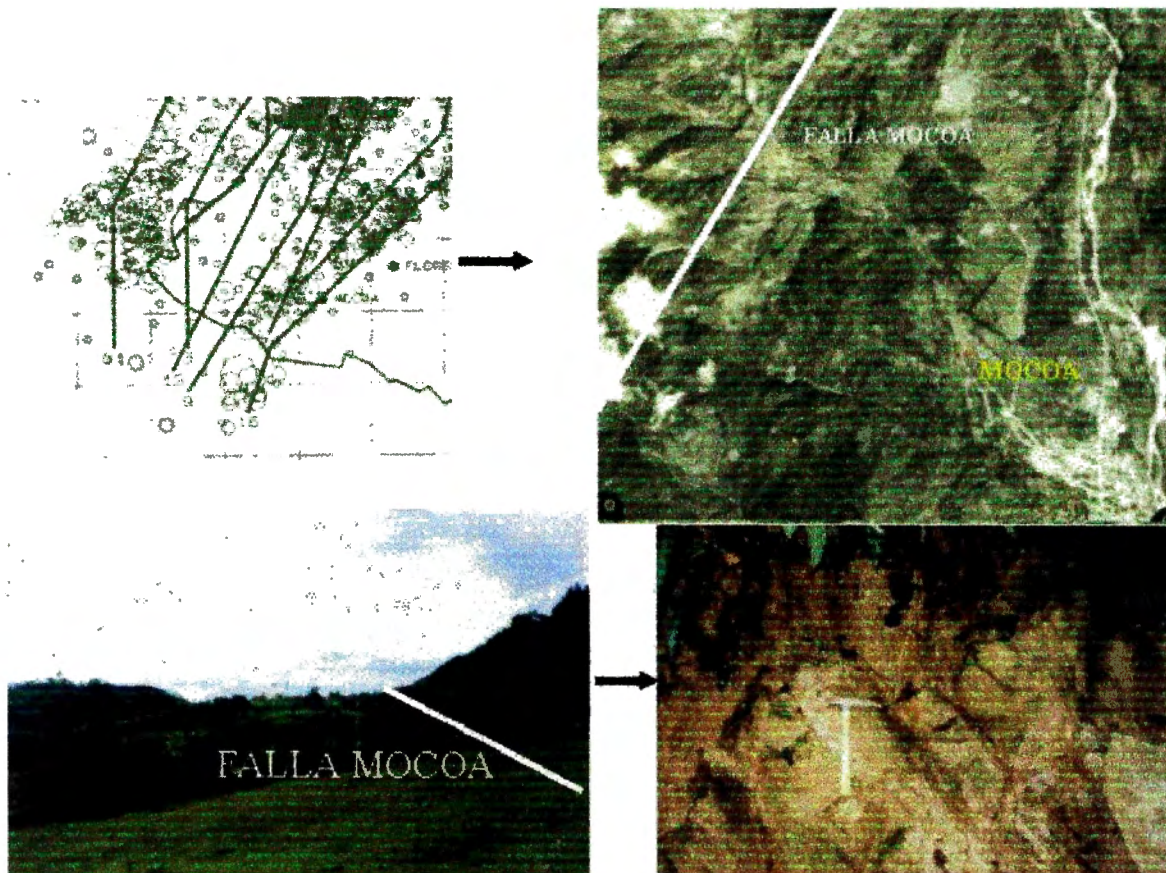


Figura 10. La actividad tectónica regional influye directamente sobre el modelado del paisaje y en especial sobre la roca presente.



La sismicidad, es el resultado de toda la serie de fenómenos ligados con la interacción de las placas tectónicas, que han desarrollado las estructuras que caracterizan y modelan el relieve municipal de Mocoa, con plegamiento de estratos, intensa fracturación de las rocas del Batolito de Mocoa y fallamiento inverso de dirección predominante SW-NE. Desde el punto de vista de la infraestructura, las vibraciones sísmicas, estando en una región epicentral, pueden llegar a ser destruidas, puesto que se observan por lo general construcciones sin refuerzos ni confinación. La aceleración de la onda telúrica afectaría el área del recorrido que atraviesa rocas sin mayor consolidación; sobre las cuales esta asentado el casco urbano de Mocoa.



Foto 20. El paso de la Falla Mocoa y los continuos sismos originados por ella, han deformado el paisaje.

Para el área municipal se conoce poco sobre sismos recientes de importancia que hayan generado destrucción. Sin embargo debe tenerse en cuenta que para el sector andino del suroccidente colombiano se ha observado, en la dirección antes mencionada, la principal zona de liberación de energía sísmica. Según los registros históricos sísmicos registrados desde 1566 (Ramírez, 1975), los sismos que afectaron a Putumayo corresponden a junio 20 de 1698, 28 de noviembre de 1816, 23 de noviembre de 1827, 20 de enero de 1834 (asociado a la fallamiento de Sibundoy) y el del 14 de julio de 1947. La sismicidad registrada por la Red Sismológica Nacional de Colombia, la cual opera desde 1993 (ver Figura 11a), indica una sismicidad superficial dispersa

con sismos alineados a la Falla de Mocoa, según el estudio del AIS et al (1996), se encuentran en amenaza sísmica alta, con un valor de aceleración pico efectiva de 0.30 g, como se observa en la figura 11b.

Algunos eventos sísmicos importantes de la zona andina se han hecho sentir regionalmente, tales como los de Neiva, Tumaco, Armenia (con intensidades mayores de  $M_b=6$  y profundidad de 24-70 Kms), Urcusique (22.12.1953 con intensidad de  $M_b=5.6$ ) y Mocoa (11.13.1984 con intensidad de  $M_b=5.1$ ).

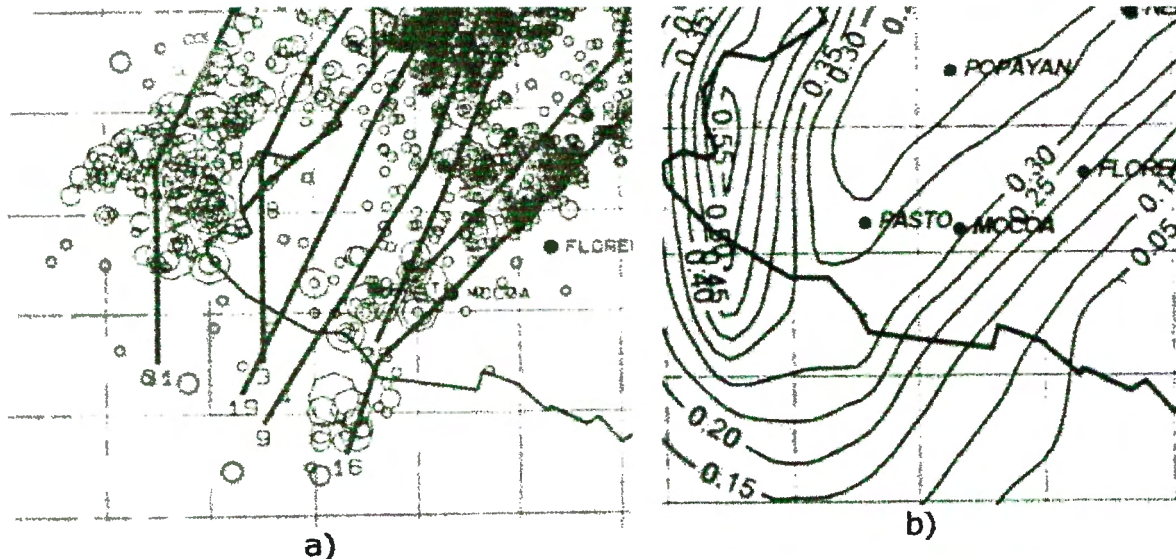


Figura 11. Mapa de sismicidad (a) y aceleración (b) de la parte alta y media del Departamento del Putumayo. Tomado de la Red Sismológica Nacional, RSNC.

Los productos de meteorización de las rocas aflorantes del Batolito de Mocoa (rocas intrusivas de composición corresponden a cuarzodioritas, granodioritas y cuarzomonzonitas), como se observa en la foto 21, son suelos residuales de varios metros de espesor; dicha meteorización comienza en las diaclasas formadas por la intensa actividad tectónica (Falla de Mocoa), las cuales limitan grandes bloques, que son progresivamente descompuestos hasta llegar a formar horizontes de suelos residuales. En esta clase de suelos, los sismos producen la apertura de discontinuidades y por ende la fractura de la roca subyacente, que sumado a las condiciones climáticas de la región (largos períodos de lluvia), originan el colapso de los mismos formando grandes flujos de suelo y roca, los cuales se depositan en la parte baja de la subcuenca de la quebrada Taruca.





a)



b)

Foto 21. La intensa actividad tectónica del municipio a causa del paso de la Falla Mocoa, se ve reflejada en el fracturamiento y diaclasamiento de la roca, la cual forma espesos suelos residuales; a) roca intrusiva diaclasada y b) suelo residual.

### 6.1.2 AMENAZA POR FLUJOS COLUVIO-ALUVIALES

Para la identificación y definición de zonas de amenaza por movimientos en masa (flujos coluvio-aluviales), se determinaron las condiciones geológicas (Falla Mocoa), los procesos morfodinámicos (con sus geoformas de desgaste y erosión- geomorfología), la acción del agua en superficie (precipitación) y los rangos de pendientes mayores al 20%.

El área identificada como susceptible a los movimientos en masa corresponde a la formada por los depósitos de conos y terrazas aluviales del Cuaternario(ver mapa geológico-Qtc) y en geomorfología a la unidad de origen deposicional (ver mapa geomorfológico-Abánicos (A)), ayudados por el cambio abrupto de pendiente (ver mapa de pendiente tipo B y C). Esta área corresponde a superficies que resultan de la acción de los diferentes flujos de masas de roca y lodo (flujos coluvio-aluviales), que ayudados por la acción de la gravedad y la pendiente han sido desplazados, formando amplios depósitos que con el tiempo y la presión de nuevos flujos han originado depósitos más consistentes, conocidos en la literatura como conglomerados; en el área de estudio se encontraron estos depósitos en espesores variables y en diferentes sitios, como se observa en el mosaico de fotos de la figura 12; a estas condiciones se le suma la alta disponibilidad de agua en el ambiente (largos

períodos de precipitación) y al alto número de hilos de agua en superficie que ayudan a que el flujo ocupe mayor área y mayor distancia.

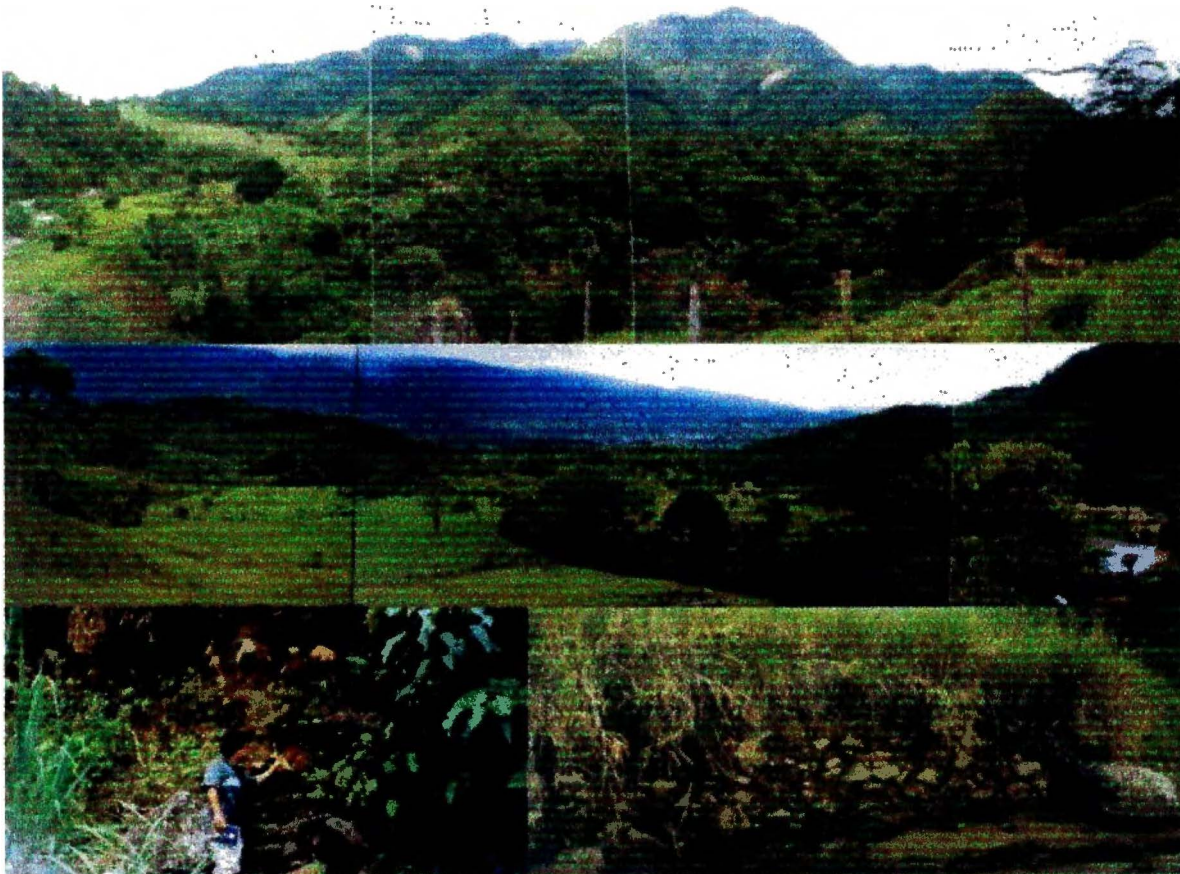


Figura 12. Las altas pendientes presentes en el área de aporte de material y de la ladera de la parte media y baja de la subcuenca, ayudados por las corrientes de agua, ha favorecido para la acumulación de amplios depósitos de material(bloques y lodo).

Producto de la combinación de la gran cantidad de sismos generados por la presencia de la Falla Mocoa, las fuertes e intensas precipitaciones, el cambio abrupto de pendiente y la ampliación de la frontera agrícola se han generado un sin número de flujos. De los factores mencionados anteriormente, la presencia de la Falla, las precipitaciones en la región y la pendiente han originado continuos flujos de detritos (coluvio-aluviales), con bloques de diferente forma y tamaño (hasta de 12 metros de diámetro), que han modelado el paisaje, formando un abanico de gran extensión tanto de largo como de ancho, el cual es fácil de observar en fotografías aéreas y en la superficie del terreno (figuras 12 y 13). Al analizar el subsistema geológico y geomorfológico, se parte de la base, que en esta valoración, las condiciones de estabilidad o inestabilidad de una vertiente están controladas en gran parte por las características litológicas y estructurales de las rocas presentes en el área de estudio. La fuente que ha moldeado el paisaje en el área de estudio, es de



origen natural, y corresponde a la desestabilización de taludes y sus desprendimientos asociados a los siguientes factores:

- La presencia de un cuerpo rocoso de origen ígneo plutónico de gran volumen y extensión, fracturado y diaclasado en su totalidad.
- aumento de la presión intersticiales por infiltración de agua
- contrastes de conductividad hidráulica entre unidades litológicas
- grado de fracturamiento de las rocas
- presencia de discontinuidades con inclinaciones similares a las de las vertientes
- peso del manto regolítico
- en las áreas tropicales de sismicidad alta los eventos sísmicos actúan como detonantes o acelerantes de los movimientos de los taludes y existen evidencias del aumento de la deformación y fracturación después de un sismo.
- efectos hidrometeorológicos de alta pluviosidad actúan periódicamente sobre las rocas anteriormente mencionadas.

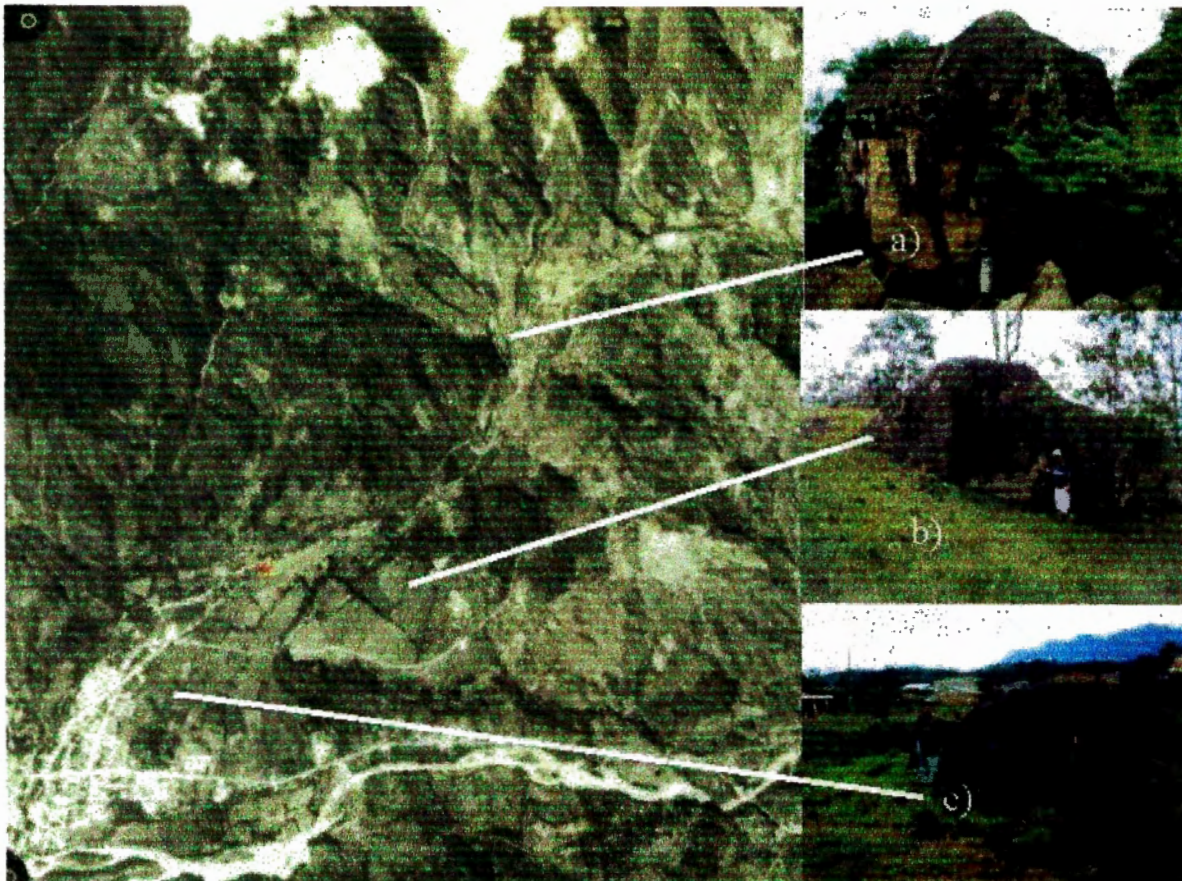


Figura 13. Grandes bloques encontrados a lo largo del abanico, con longitudes hasta de 12 metros de diámetro; a) bloque encontrado a 100 metros aguas abajo de la confluencia de las quebradas Taruca y Taruquita; b) Bloque encontrado en la Vereda los Guadales y c) Bloque encontrado cerca al I.T.P.



Teniendo en cuenta la figura anterior y las visitas de campo al área de estudio se puede concluir que este abanico ha estado afectado por un gran número de eventos de gran magnitud, los cuales se desplazaron ampliamente por la pendiente, dejando como registro la deposición de grandes bloques. Por las características del abanico observadas en campo y en fotografías aéreas, este tiene dos ápices y cuatro sitios donde cambia abruptamente la pendiente (formando cuatro subabanicos), los cuales han modificado la dirección a la quebrada Taruca (que ha servido como medio o canal de transporte de las diferentes cantidades de materiales arrastrados por los flujos de agua), estas características se presentan después de la confluencia con la Taruquita como se observa en la figura 14, como también el abanico formado por los diferentes flujos de lodo y detritos (coluvio-aluviales), que han provenido de las laderas de las montañas donde nacen las quebradas Taruca y Taruquita; y que ayudados por la pendiente, han modificado la dirección de los flujos, depositando en los extremos del abanico grandes volúmenes de materiales, con bloques de gran tamaño, haciendo difícil predecir cual es la dirección preferencial de los últimos eventos.

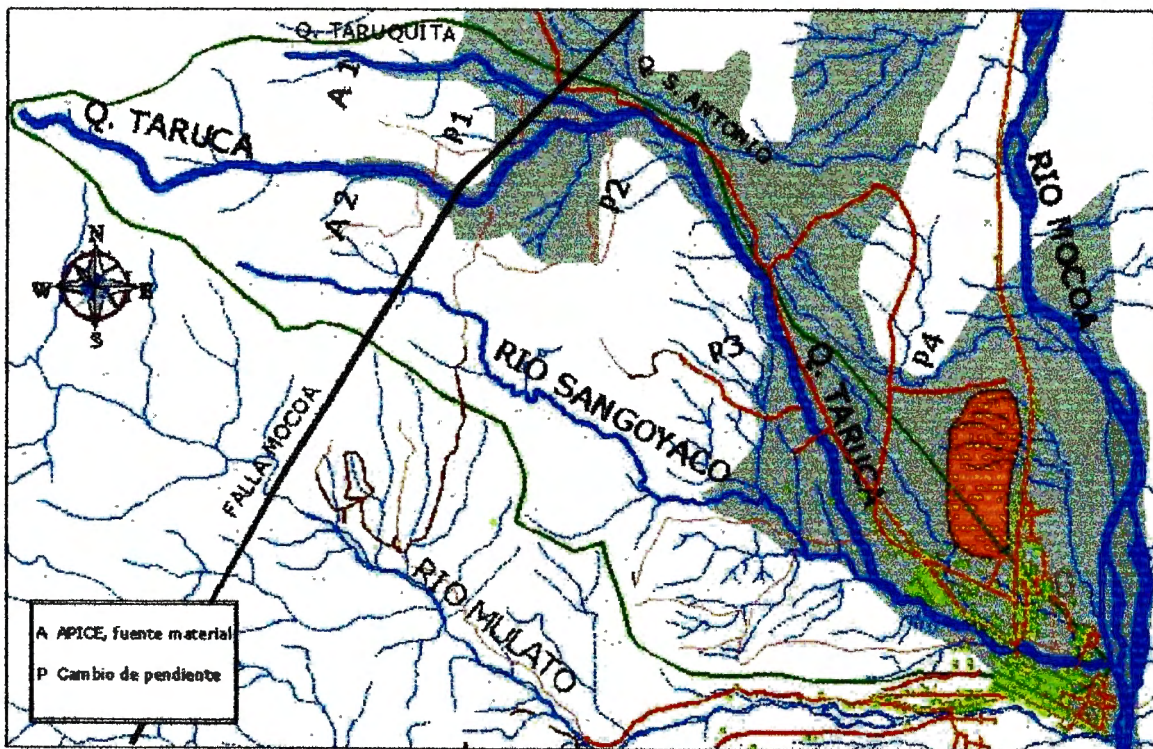


Figura 14. Los numerosos depósitos coluvio-aluviales ocurridos a través del tiempo ayudados por el cambio abrupto de pendiente, la litología y el paso de la Falla Mocoá provenientes de A1 y A2 han dado origen a 4 abanicos, observándolos al cambio de pendiente.

Teniendo en cuenta la distancia del ápice principal al punto más distal del abanico, y a medida que el flujo avanza por la pendiente, este tiene más espacio y por lo tanto pierde energía y velocidad (P1 y P2 al Río Mocoa), como se puede observar en la Figura 14, se zonificó la amenaza por flujo de detritos en tres zonas: alta, media y baja (ver mapa No. 5). Teniendo en cuenta los grandes bloques encontrados en la parte distal del abanico puede deducirse que algunas áreas de la zona delimitada como amenaza baja no están exentas de sufrir un evento o eventos de gran magnitud; por lo que se recomienda tomar medidas preventivas como la concientización a la comunidad por el peligro que representa estas quebradas, y la importancia de proteger y conservar los corredores o rondas de las quebradas para minimizar la energía de un posterior evento.

### 6.1.3 AMENAZA POR INUNDACIÓN

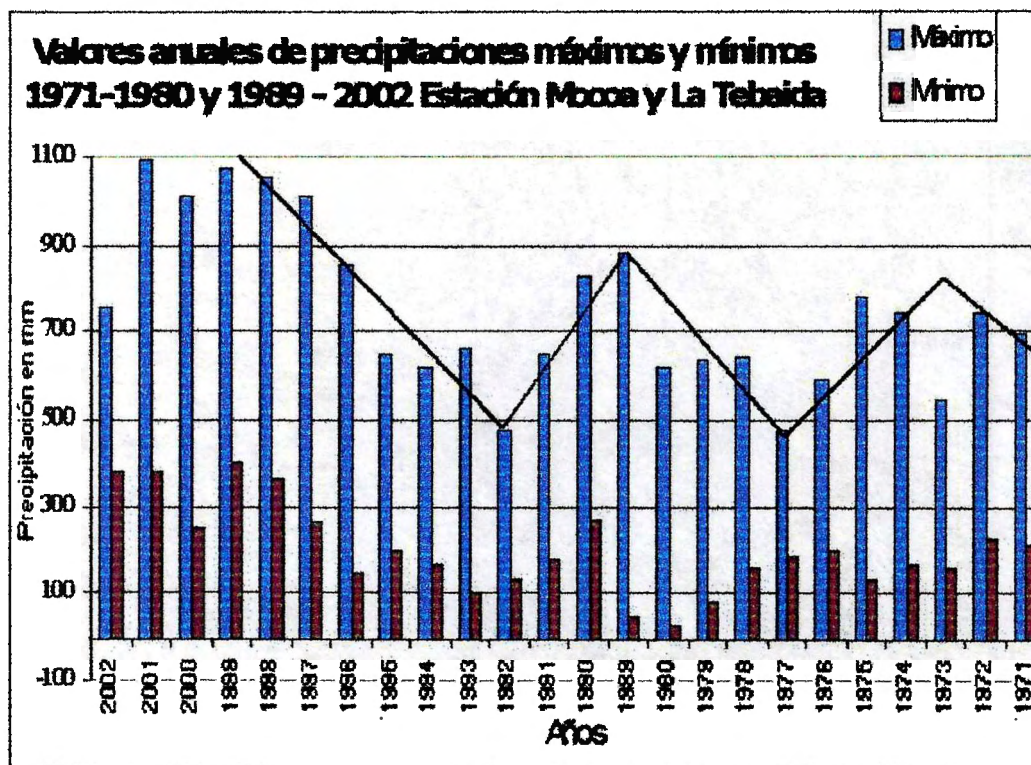
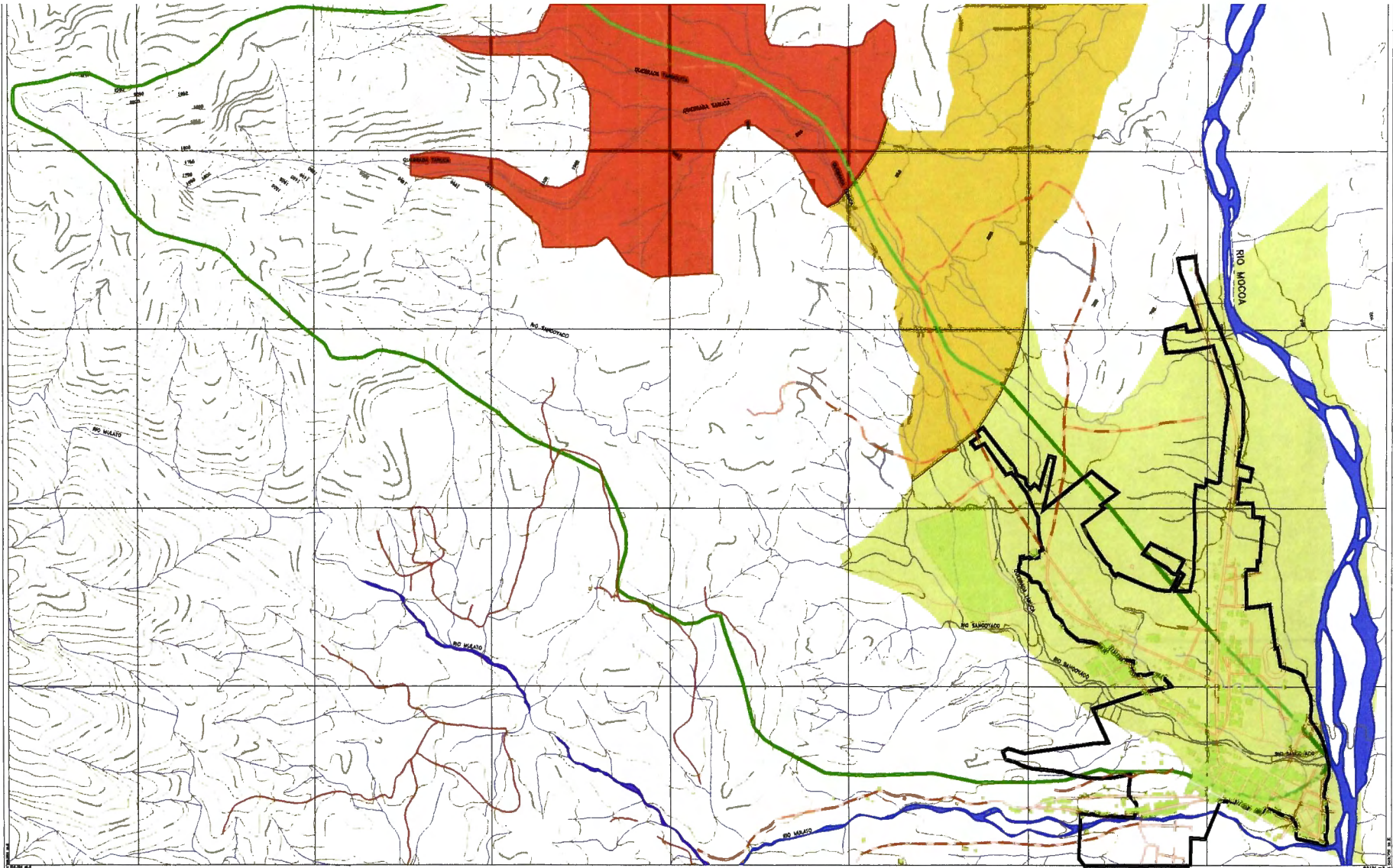



Figura 15. Realizando una interpolación de los picos de altos valores de precipitación máxima, se puede observar que el comportamiento de las precipitaciones está aumentando y que a partir del año 1983, la cantidad a aumentado considerablemente.

Se conoce que las inundaciones están directamente relacionadas con los intensos periodos de lluvia y aun más con los máximos valores de precipitación. Al observar la figura 15, se puede establecer una incidencia cíclica de precipitación de seis a siete años y que a partir de los últimos diez años, la precipitación tiene un comportamiento anormal aumentando





<p>ANÁLISIS DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD GEOLOGICA PARA LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA TARUCA Y RIO SANGOYACO EN EL AREA URBANA, SUBURBANA Y RURAL DEL MUNICIPIO DE MOCOA DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO</p> <p>MAPA No. 5</p> <p>AMENAZA POR FLUJOS COLUVIO-ALUVIALES</p>	<p><b>CONVENCIONES</b></p> <p>Via pavimentada </p> <p>Via principal sin pavimentar </p> <p>Darreñeable </p> <p>Caminos </p> <p>Río principal </p> <p>Quebrada </p> <p>Curva de nivel </p> <p>Casa </p> <p>Cabecera Municipal de Mocoa </p> <p>Subcuenca Quebrada La Taruca </p>	<p><b>LEYENDA</b></p> <p> ALTO</p> <p> MEDIA</p> <p> BAJA</p>	<p><b>DATOS DE REFERENCIA CARTOGRAFICA</b></p> <p>Elipsoide: .....Internacional de Hayford.</p> <p>Proyección: .....Transversa de Mercator</p> <p>Coordenadas Geog: Origen...4°35'56.57"N y 077°04'51.30"W</p> <p>Coordenadas planas: .....3 grados al Oeste del Observatorio Astronómico Nacional de Bogotá.</p> <p><b>OBSERVACIONES</b></p> <p>Cartografía de la Aerorrestitucion de LARSA. El mapa digital se elabora a partir de 4 planchas realizadas o como por lo Section de Cartografía de la CAP en 1984 a escala 1:10,000</p> <p>Este mapa presenta una deformación causada por errores de los coordenados trazados en el plano base de digitalización, tanto en longitudes como en latitudes, generando una deformación de 0,4 cm en longitud y 1 cm en latitud</p> <p>Cualquier ajuste a la presente cartografía, favor hacer llegar a CORPOAMAZONIA, Dirección Regional Putumayo, Mocoa.</p>	 <p><b>DIRECCION REGIONAL PUTUMAYO</b></p> <p>MOZAIICO DE PLANCHAS CARTOGRAFICAS UTILIZADAS EN LA PRESENTE BASE</p> <p>480-10-04 480-11-00</p> <p>480-17-04 480-17-00</p>	<p>Escala de ploteo: 1:10,000</p> <p>Escala Gráfica: </p> <p>Fecha de Compilación: SEPTIEMBRE-OCTUBRE DE 2003 Fecha de Actualización: NOVIEMBRE 2003</p> <p>Digitalizó: OMAR JOJOA CHANTRE Dirección de Mocoa Versión Final en AutoCAD 2000</p> <p>Secuencia de Planchas:</p> <p>Información Base: CORPOAMAZONIA Dirección Regional Putumayo, Mocoa. O/Son algunos nombres Son.</p>
---	---	---	---	--	---



progresivamente lo que genera un trabajo de desgaste paulatino de las vertientes, de tal manera que se acumulen materiales transportados en los cauces, los cuales pueden ser fácilmente removidos con los próximos aguaceros.

Las quebradas Taruca y Taruquita tienen una tendencia marcada a presentar flujos de escombros y en menor proporción flujos de lodo, originados por el gran aporte de material (rocas ígneas) proveniente de las zonas de deslizamiento (observados siguiendo el trazo de la Falla Mocoa), y acumulados en especial en el quiebre de la pendiente. Los materiales encontrados en el cauce son bloques hasta de 3 metros de diámetro y gravas mal seleccionadas sostenidas en una matriz areno-limosa. Dentro de estas acumulaciones se observan intercalaciones de depósitos originados por flujos de lodo o de escombros, con matriz arenosa, areno-limosa o lodosa derivada de las áreas sedimentarias (Formación Orito, Pepino y Rumiyocho) sometidas a socavamiento lateral por las dos quebradas.

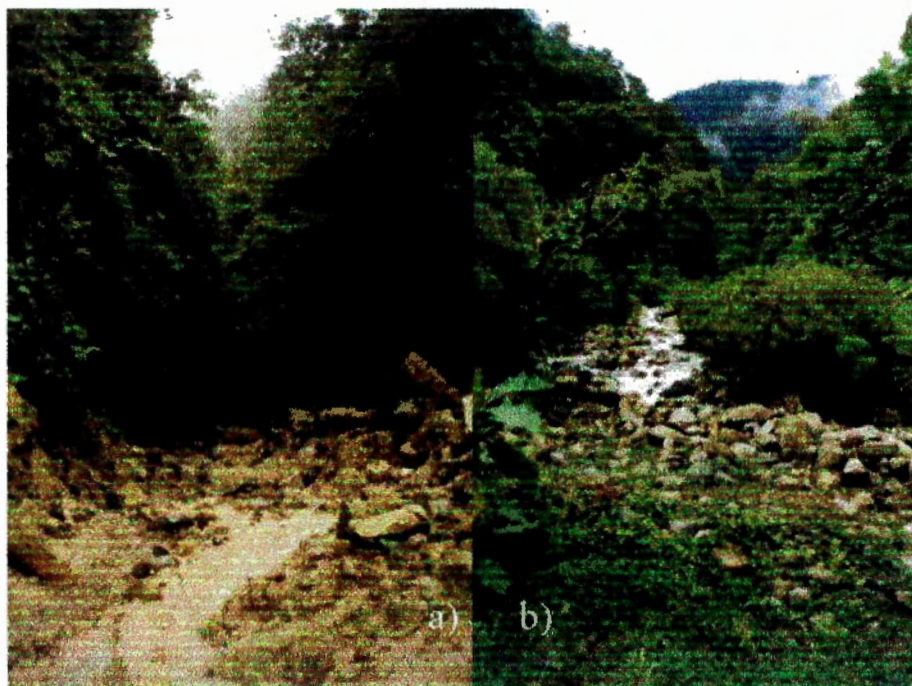


Foto 22. El encañonamiento de las quebradas Taruquita (a) y Taruca (b), aumentan la energía de los flujos de detritos que se forma en la parte alta de la subcuenca.

La parte alta de la Subcuenca se encuentra influenciada por agentes hidrometeorológicos que conducen a la ocurrencia de intensas lluvias que sobrepasan la capacidad de retención del agua. Esta zona capta las aguas de escorrentía de la quebradas antes mencionadas, las cuales han perdido la capacidad de amortiguamiento efectivo debido al alto fracturamiento de la roca original, intervención de la cobertura vegetal original y al consecuente incremento de la escorrentía, que en conjunto disminuyen los tiempos de

concentración de las aguas. Las consecuencias están representadas en erosión intensa, modificación de los cursos fluviales, desbordamientos y alta sedimentación.

El encañonamiento en la parte alta, la variabilidad de los caudales, la gran cantidad de sedimentos disponibles a lo largo de las cuencas y sus márgenes, la existencia de valles amplios en la parte baja y el cambio abrupto de la pendiente hacen que se originen estos vertimientos súbitos en las áreas que los pobladores han seleccionado sus principales asentamientos y lugares de producción.



Foto 23. Los cambios abruptos de pendiente, en especial en la parte alta, han contribuido al aumento de material sobre el cauce de las corrientes de agua.

Para zonificar las áreas amenazadas por inundación para la subcuenca (ver mapa 6), se tubo en cuenta el evento fluvio torrencial ocurrido en 1958, el cual se desbordo en el sitio que confluyen las quebradas Taruca y Taruquita, para luego tomar parte del flujo de detritos por el lecho de la quebrada San Antonio; en este evento se vieron afectados los sitios del actual acueducto de Barrios Unidos y parte de subestación eléctrica; por la quebrada San Antonio, esta afectó a la Vereda los Guadales; no se tienen reportes si este evento afectó al casco urbano de aquella época. Después de este evento han ocurrido otros de menor magnitud, afectando la parte urbana que bordea a la quebrada Taruca y Río Sangoyaco en especial a los sectores de los barrios San Agustín, La Independencia, Bolívar, San Fernando y Progreso. Por socavación lateral de la margen izquierda aguas abajo del Río Sangoyaco afectaría a los barrios Los Pinos, La Cárcel, La Isla y margen derecha la Floresta y Modelo.







Aunque se ha delimitado en el MAPA No 6 un área de amenaza por inundación con registros históricos, visitas de campo y fotografías aéreas, es necesario monitorearla bajo la instalación de una red de observación de niveles y caudales que permita establecer una base de datos estadísticos confiables y la reconstrucción de escenarios históricos para el cálculo de la magnitud, duración y extensión de posibles áreas afectadas, ya que este fenómeno está asociado a la recurrencia de los eventos meteorológicos periódicos de lluvias intensas antes mencionados.

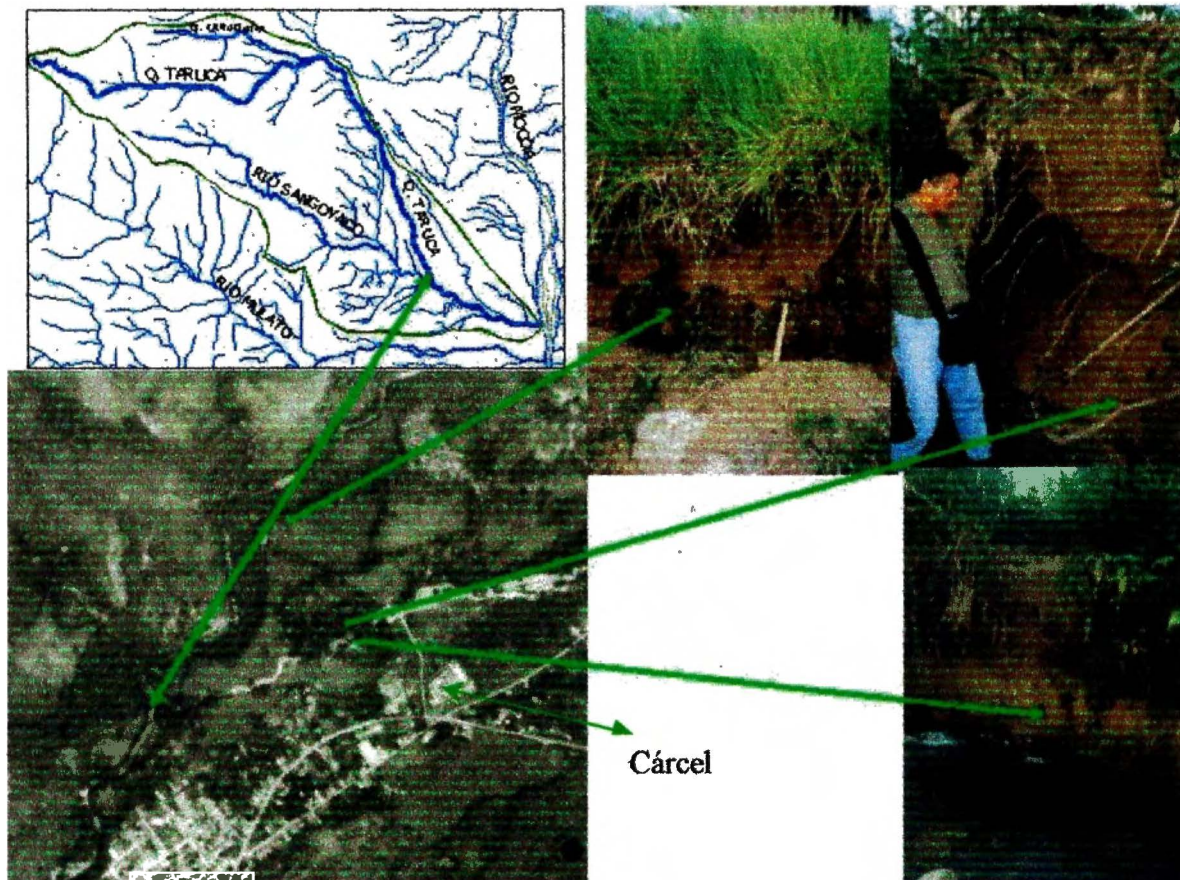


Figura 16. Las fotografías indican los suelos formados en un período de 60 años aproximadamente, en el cual se encuentran asentadas las actuales urbanizaciones de San Miguel, Jordán y La Floresta.

Por la divagación de la quebrada Taruca a través del tiempo en la subcuenca, es difícil zonificar las áreas inundables como altas, medias y bajas. Por ejemplo la zona donde se están construyendo las urbanizaciones El Jordán, San Miguel y la Floresta, no tienen indicios de inundaciones recientes; como se indica en la figura 16, indicando que la capa de suelo tiene un espesor de aproximadamente 70 a 110 cm, indicando que para que se forme un suelo de este espesor, se necesita un tiempo de aproximadamente 60 a 80 años, y además deja ver que los últimos eventos torrenciales que han ocurrido en los últimos 50 años no ha afectado la margen derecha aguas debajo de la cárcel;

pero estas evidencias no descartan la posibilidad de que en el futuro ocurran inundaciones que pueden afectar a las viviendas ubicadas en este sector. El Barrio Berlín que está localizado en el medio del cauce antiguo y cauce viejo de la Quebrada Taruca (localizado al sur occidente de la cárcel a 20 m de esta), está más propenso de sufrir fuertes daños a causa del desborde de la quebrada, ya que éste está en posición topográfica mas bajo, que las urbanizaciones mencionadas anteriormente.

## 6.2 AMENAZAS ANTROPICAS

La influencia de la actividad humana puede desencadenar impactos positivos o negativos que afectan directa o indirectamente el bienestar social de la población. El impacto antrópico negativo se ve reflejado en la ampliación de la frontera agrícola aunado con la deforestación y como aspecto positivo debe destacarse la labor que realizan algunas personas al extraer material (arena) de las quebradas Taruquita y Taruca.

De acuerdo a conversaciones con habitantes de la vereda San Antonio, mencionan que esta se encuentra habitada de hace aproximadamente 50 años; lo que indica que la participación antrópica negativa sobre la parte alta y media de la subcuenca en desastres como inundaciones y flujo de detritos es mínima y que los agentes naturales (falla, precipitaciones y el relieve) son los causantes directos de los continuos depósitos de materiales que se encuentran en la subcuenca; pero puede señalarse que la acelerada ampliación de la frontera agrícola en los últimos 30 años, está desprotegiendo las fuentes de agua colaborando para que las gotas de lluvia a través de la escorrentía tarden menos tiempo en llegar a la parte baja, aumentando así la energía y el caudal de las fuentes receptoras, contribuyendo a que se presenten en la actualidad y en el futuro continuos desbordes e inundaciones.



Foto 24. La deforestación como mecanismo para la ampliación de la frontera agrícola, nos está dejando sin recursos naturales y en especial el agua.



### 6.2.1 Ampliación de la Frontera Agrícola

Bajo este subsistema se identificaron las áreas que han sido taladas para incrementar las prácticas inapropiadas de explotación agropecuaria y que son los factores que en la actualidad promueven y desarrollan procesos de desestabilización, infiltración y una alteración de la estructura del suelo. Aunque la actividad pecuaria es la más dominante y la que mayor actividad económica representa no cuenta con un manejo técnico adecuado, lo cual acelera los procesos de desestabilización. La remoción de partículas ocurre en toda la extensión de las laderas afectadas, desgastando el suelo homogéneamente; es difícil percibir este fenómeno, pero su ocurrencia es muy dañina, pues elimina sobre todo los nutrientes y las partículas estructurantes del suelo.

Como consecuencia de lo anterior algunos nacimientos de agua están desprovistos de vegetación y expuestos a que en poco tiempo se sequen totalmente. Las zonas más susceptibles a la erosión, son aquellas zonas donde la influencia antrópica, ya ha excedido los límites llegando a alterar totalmente el sistema ecológico de la región. Esto se evidencia en áreas de bosque taladas, el alto grado de deforestación dejando al descubierto nacimientos de agua de la subcuenca.



Foto 25. La ampliación de la frontera agrícola en la subcuenca se utiliza para la siembra de pastizales y en menor proporción para cultivos.

Esta actividad se realiza para la ampliación de zonas para pastizales. Es importante emprender proyectos de educación ambiental con el fin de sensibilizar a los pobladores y de esta forma minimizar los impactos negativos que se ocasionan con esta práctica. Se debe plantear estas áreas como zonas



de Conservación y Recuperación, evitando así la instalación de nuevas áreas agropecuarias, disminuir la presión hacia el bosque natural y perder el potencial florístico y faunístico presentes y así reducir el deterioro ambiental que generaría graves problemas en un futuro próximo.

### c. Actividad Minera

La actividad minera en la subcuenca de la Quebrada Taruca esta representada por la extracción de arena sobre el lecho y cauce de las quebradas Taruca y Taruquita. El aprovechamiento de este material se debe a que en la parte alta donde nace la quebrada Taruquita existe un saprolito de roca ígnea intrusiva con espesores medidos en el mapa topográfico y corroborado con visitas de campo de aproximadamente 150 metros, el cual ha sido afectado por la meteorización y ayudado por la intensa actividad tectónica (paso de la Falla Mocoa), sin alterar la estructura interna de los cristales que componen estas rocas (lo que hace que sea el material más apetecido en la industria de la construcción), encontrándose in situ de forma friable (no consolidado), facilitando de esta manera el arranque de dichas partículas por las gotas de lluvia. El material (arena de tamaños grueso, medio y fino) arrancado por las intensas precipitaciones es transportado en suspensión y llevado por la escorrentía al cauce de la quebrada Taruquita.

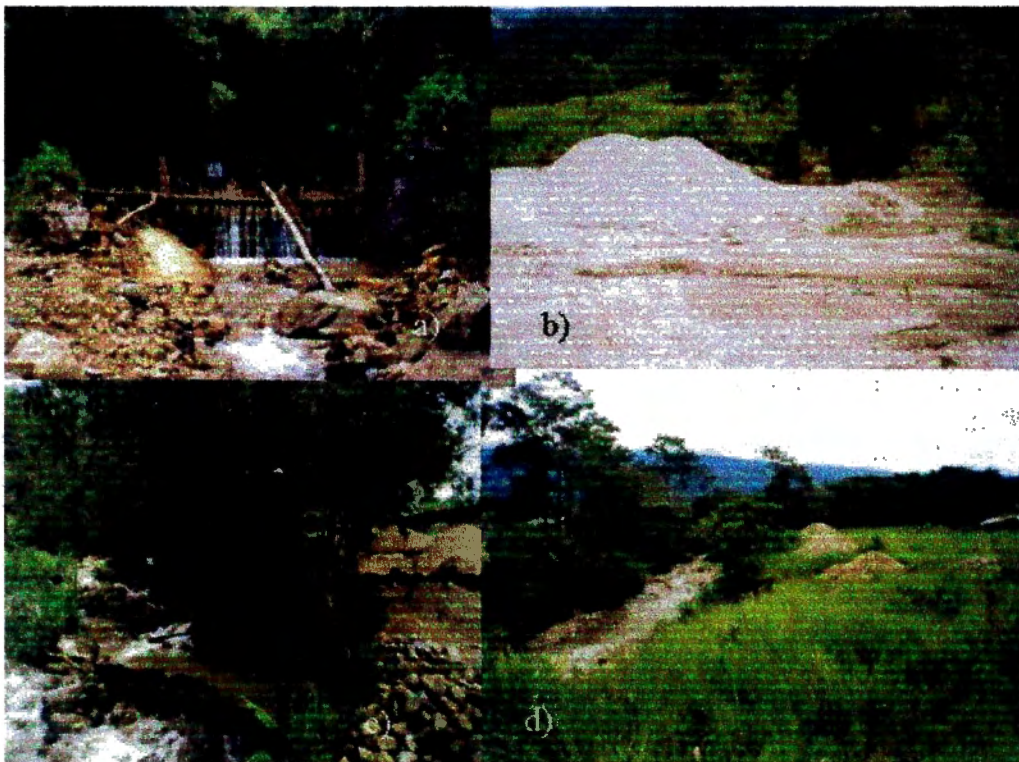


Foto 26. a) y b) minería en la quebrada Taruquita y c) y d) en al quebrada Taruca cerca al casco urbano de Mocoa, esta actividad sirve como sustento económico a las familias que la desarrollan.

La arena que proviene de las laderas es retenida mediante la construcción de piscinas de sedimentación y transportada por medio de caballos en cajones de madera hacia lugares cercanos a la vía que conduce de Mocoa a la Vereda San Antonio. Con las visitas de campo se pudo constatar que la mayoría de los mineros se encuentran asociadas y están tramitando la legalización ante MINERCOL Ltda., como minería de hecho; igualmente pudo observarse que la forma de extracción no es la más adecuada y por tanto debe brindarse el apoyo necesario por parte de Entidades involucradas; ya que la presencia de los extractores contribuye con la descolmatación de grandes volúmenes de arena arrastrados y depositados en la quebrada después de fuertes precipitaciones, ayudando a prevenir futuros represamientos con grandes volúmenes de material en suspensión aumentando de manera considerable el nivel de las aguas, generando posibles desbordamientos. Los sitios de explotación sobre la quebrada Taruquita corresponden a 1000 metros aguas arriba de la confluencia con la quebrada Taruca con aproximadamente 30 mineros; de la confluencia de estas dos quebradas aguas abajo hasta la cárcel en una longitud de 3820 metros aprovechan este material aproximadamente 40 personas.



Foto 27. La extracción de material (arena) sobre la quebrada Tauca, ayuda a descolmatar de sedimentos a esta quebrada, colaborando de forma indirecta en la prevención de posibles desbordamientos.



## 7. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

El análisis de vulnerabilidad, se realiza atendiendo la definición que se ha hecho en los textos sobre el tema y por las entidades que han abordado la responsabilidad de analizar y definir la tipología de riesgos y afectación de los elementos físicos y de la comunidad expuesta a la amenaza; teniendo en cuenta lo anterior, "la vulnerabilidad mide el grado de exposición a la magnitud máxima probable de la amenaza"; es decir, está relacionada con los daños que sufrirían tanto los materiales, redes, instalaciones industriales y comerciales, como los habitantes que constituyen la estructura urbana y social de un asentamiento humano; por consiguiente su análisis debe hacerse a partir de un equipo multidisciplinario (sociólogos, trabajador social, ingenieros, geólogos y otros). Consecuentemente, el concepto de vulnerabilidad es también de orden social, y hace referencia a la posibilidad y capacidad de un grupo humano de adaptarse y responder ante la ocurrencia de un fenómeno natural; así, la vulnerabilidad no se remite exclusivamente a la pérdida en cuanto a valor económico de las estructuras existentes, sino también a la capacidad organizativa de respuesta de la comunidad, que por lo general está asociada al grado de cohesión social, liderazgo dentro de la misma, su sentido de pertenencia y forma en que fue ocupado el territorio.



Foto 28. a) Panorámica de los suelos dejados por el río Sangoyaco y quebrada Taruca, las casas observadas corresponden a las urbanizaciones la Floresta y San Miguel; b) zona de protección (30m) dejada por la urbanización Jordán, en la quebrada Taruca; y c) urbanización la Floresta.



Teniendo en cuenta que el análisis de la vulnerabilidad lo hace un equipo multidisciplinario, **SE HACE DIFÍCIL DELIMITARLA EN ESTE TRABAJO**, se realizó un mapa de vulnerabilidad (ver mapa 7) de forma general, asumiendo que los elementos expuestos más vulnerables, serán aquellos que se encuentren más cerca de las quebradas Taruca y San Antonio. Como se sabe, la comunidad más pobre es la más vulnerable y la que se asienta cerca de los márgenes de las fuentes de agua o cerca a áreas inestables, por lo tanto carecen de servicios públicos (como se observa en la foto 29, carecen de energía, acueducto y alcantarillado) y las obras de mitigación por parte de las instituciones son nulas debido a que el presupuesto dejado para atender este tipo de problemas es muy reducido, aumentando de esta manera la vulnerabilidad. Para disminuir el grado de vulnerabilidad de la comunidad asentada cerca de la ribera de la quebrada Taruca y río Sangoyaco se hace necesario un compromiso institucional (Alcaldía, Gobernación, Corpoamazonia, Red de Solidaridad Social, INVIAS, servicios públicos entre otras) y comunitario en la protección y conservación de los recursos naturales; en este caso, hay que hacer énfasis en la protección de las rondas de quebrada, con el fin de disminuir la energía y caudal de la quebrada y por ende los posteriores desbordes e inundaciones, en especial en las zonas bajas del casco urbano de Mocoa, como se indica en el Mapa No. 6.

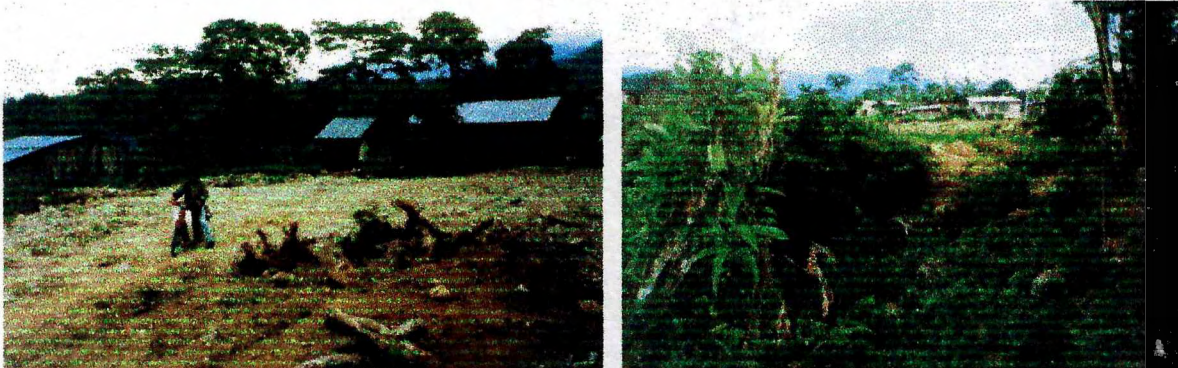
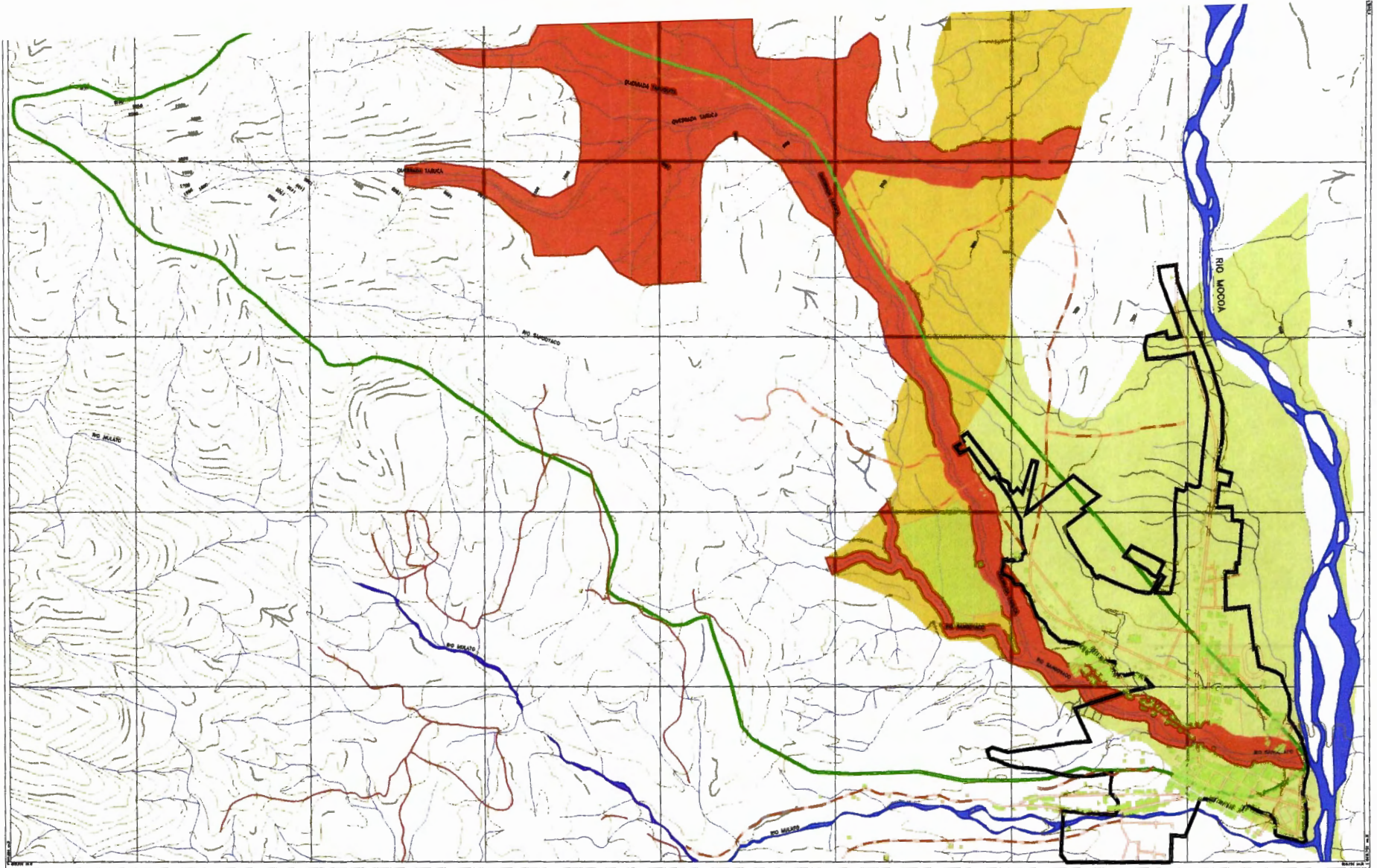


Foto 29. La carencia de vivienda, conlleva a edificar cerca de las quebradas, sin medir las consecuencias; casas del Barrio Berlín construídas entre el cauce actual y antiguo.

La reciente tendencia de tomar medidas para disminuir el impacto negativo del desarrollo sobre el medio ambiente, ha despertado el interés de los planificadores en la inclusión del factor de las amenazas naturales al evaluar proyectos de desarrollo social y económico. Este proceso incluye el manejo adecuado de los bosques y opciones para combatir la degradación del suelo, el aire y el agua, y enfatizan la necesidad de erradicar la pobreza para lograr un desarrollo sostenible. En consecuencia, muchas de las soluciones adoptadas forman parte de la misma estrategia de mitigación y prevención de desastres. A pesar de que se han formulado leyes de medio ambiente, pocos incluyen acciones dirigidas a reducir la vulnerabilidad ante las amenazas naturales. Lamentablemente, los "ambientalistas" rara vez relacionan el deterioro ambiental con el aumento de la vulnerabilidad ante amenazas naturales.





ANÁLISIS DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD  
GEOLOGICA PARA LA SUBCUENCA DE LA  
QUEBRADA TARUCA Y RIO SANGOYACO EN  
EL AREA URBANA, SUBURBANA Y RURAL DEL  
MUNICIPIO DE MOCOA DEPARTAMENTO DEL  
PUTUMAYO

MAPA No. 7  
ZONIFICACION POR  
VULNERABILIDAD

CONVENCIONES

- Via pavimentada
- Via principal sin pavimentar
- Carreterable
- Caminos
- Río principal
- Quebrado
- Curva de nivel
- Casa
- Cebecera Municipal de Mocoa
- Subcuenca Quebrada La Taruca

LEYENDA

- ALTO
- MEDIA
- BAJA

DATOS DE REFERENCIA CARTOGRAFICA

Español: .....Internacional de Hayford.  
Proyección: .....Transversa de Mercator  
Coordenadas Geog: Origen...4°35'56.57"N y 077°04'51.30"W  
Coordenadas planas: .....3 grados al Oeste del Observatorio  
Astronómico Nacional de Bogotá.

OBSERVACIONES

Cartografía de la Aeronavegación de LAERLA. El mapa digital se elaboró a partir de 4 planchas reducidas a mano por la Sección de Cartografía de la CAP en 1984 a escala 1:10.000.  
Este mapa presenta una deformación espacial causada por errores de las coordenadas locales en el primer plano de digitalización, tanto en longitud como en latitud, generando una deformación de D.A en su longitud y 1 cm en latitud.  
Cualquier ajuste a la presente cartografía, favor hacer llegar a...



DIRECCION REGIONAL PUTUMAYO

MOZAIICO DE PLANCHAS CARTOGRAFICAS  
UTILIZADAS EN LA PRESENTE BASE

- 420-10-01 420-10-02
- 420-10-03 420-10-04

Escala de ploteo:

1:10.000

Escala Gráfica:



Fecha de Compilación:  
SEPTIEMBRE-OCTUBRE DE 2003

Fecha de Actualización:  
NOVIEMBRE 2003

Digitalizado por: OMAR JULIA CHANTRE  
Órtodoxo

Secuencia de Plancha:  
Versión final en AutoCAD 2000

Información: ...

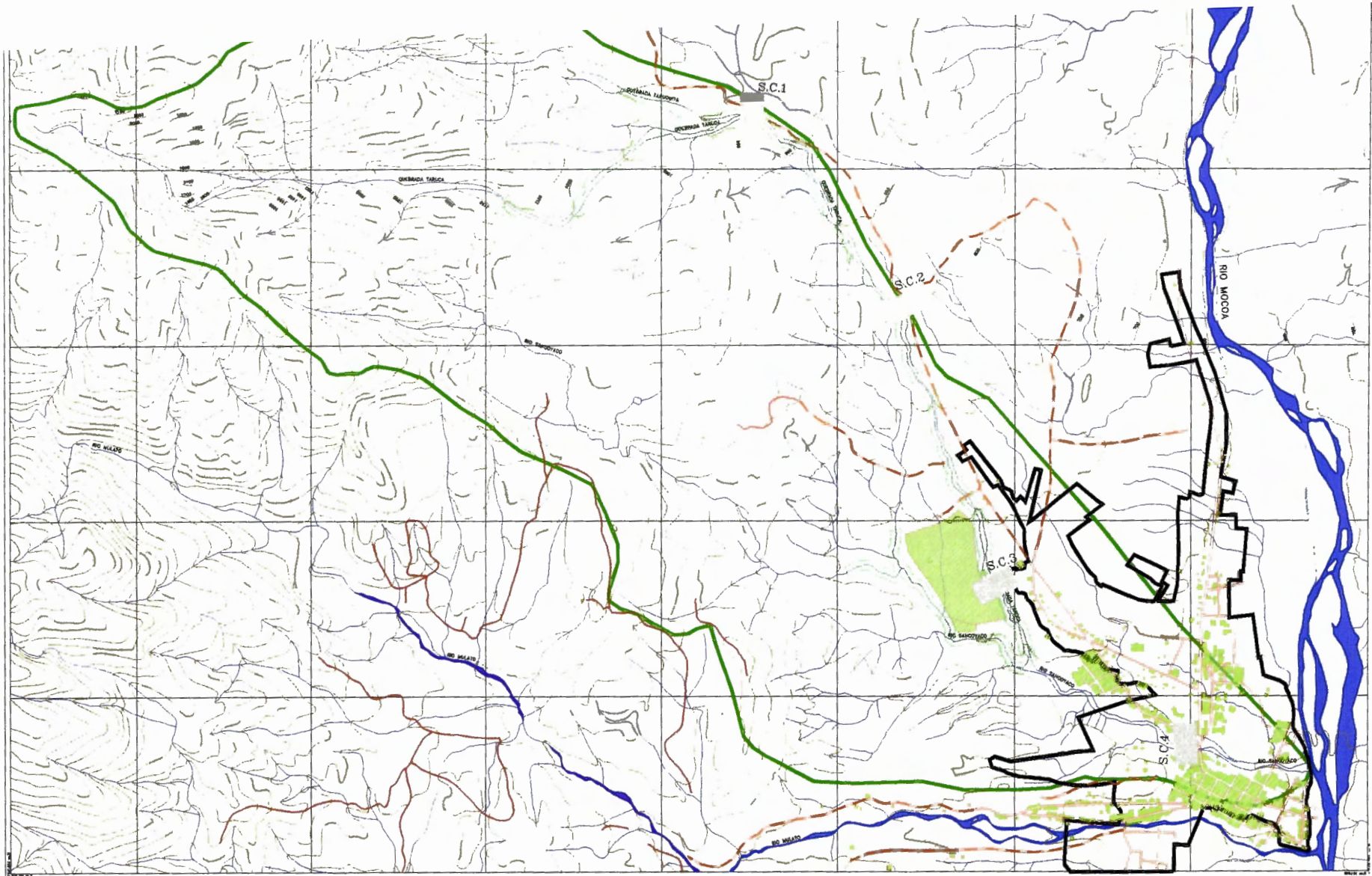


## 8. LOCALIZACIÓN DE SITIOS CRÍTICOS

Teniendo en cuenta los mapas de amenaza por flujo de detritos e inundación (5 y 6) y la figura 14. Se indica que los numerosos depósitos coluvio-aluviales ocurridos a través del tiempo, han sido generados por el cambio abrupto de la pendiente, las intensas precipitaciones y la litología afectada por el paso de la Falla Mocoa, éstos depósitos provienen de los nacimientos de las quebradas Taruca y Taruquita y que al encontrar el cambio de pendiente se desparraman formando abanicos.

En la figura 14 se indican cuatro cambios de pendientes, que han modelado el paisaje formando tres abanicos, siendo el más antiguo, el que se encuentra cerca al área fuente de material (el abanico corresponde al formado aguas arriba de la confluencia de las quebradas Taruca y Taruquita) y el más reciente el que se encuentra cerca al río Mocoa. La formación de estos abanicos a consecuencia de los innumerables flujos de detritos o coluvio-aluviales, también han modificado la dinámica y cauce de la quebrada Taruca, dejando en su divagación numerosos cauces viejos, que en el futuro se pueden reactivar, afectando a la población asentada a lo largo y ancho de estos abanicos. Por lo anterior se pudo identificar en campo cuatro sitios críticos (ver mapa 8), por los cuales puede ocurrir desbordamiento de la quebrada y afectar a la comunidad, animales, cultivos aledaños a estos sitios. Los sitios determinados son: **1)** confluencia de las quebradas Taruca y Taruquita, por este sitio se desbordó la quebrada Taruca en 1958, matando a tres personas; la avalancha prosiguió tomando el cauce de la quebrada San Antonio, afectando a la vereda los Guadales; **2)** el segundo punto se localiza en la vía que forma la vía que conduce de Mocoa a la vereda San Antonio y de esta a la vereda los guadales, a unos 30m de este punto, se identificó un cauce antiguo, desembocando arriba de la subestación eléctrica; este cauce explica porqué se encuentra numerosos bloques en la subestación y en el acueducto de barrios unidos; **3)** el tercer punto se localiza en el puente de madera que una a la cárcel con la Urbanización San Miguel; por visitas de campo y por los moradores, se notó que la margen derecha aguas abajo no existen evidencias de eventos de inundación recientes; pero se señala que este punto está a nivel de la vía y que en cualquier momento puede desbordarse la quebrada por encima del puente y formar un abanico y; **4)** el puente que se encuentra sobre la avenida Colombia; se puede notar el cambio de pendiente entre este puente y la bomba de gasolina localizada en la margen izquierda aguas abajo; hay evidencias que la quebrada Taruca se ha desbordado en el sitio de la bomba, inundando este sitio y de ahí hacia abajo, afectando la plaza de mercado.

En el área de la subcuenca de la Taruca, no hay zonas para desarrollo urbanístico; la única zona que se la hubiera podido aprovechar como zona verde (área entre el río Sangoyaco y quebrada Taruca), se encuentra urbanizada, y que según los ajustes del P.B.O.T de mocoa 2003, está destinada como suburbana.



ANÁLISIS DE AMENAZA Y VULNERABILIDAD GEOLOGICA PARA LA SUBCUENCA DE LA QUEBRADA TARUCA Y RIO SANGUYACO EN EL AREA URBANA, SUBURBANA Y RURAL DEL MUNICIPIO DE MOCOA DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

MAPA No. 8

LOCALIZACION DE SITIOS CRITICOS

**CONVENCIONES**

Via pavimentada	
Via principal sin pavimentar	
Carretero	
Caminos	
Rio principal	
Quebrada	
Curva de nivel	
Casa	
Cabecera Municipal de Mocoa	
Subcuenca Quebrada La Taruca	

**LEYENDA**

L.C 1, 2, 3 y 4  
SITIOS CRITICOS

AREA A REFORESTAR SOBRE LAS MARGENES DE LAS QUEBRADAS TARUCA, TARUQUITA Y RIO SANGUYACO

**DATOS DE REFERENCIA CARTOGRAFICA**

Diposición: .....Internacional de Hayford.

Proyección: .....Transverso de Mercator

Coordenados Geog: Origen: 3°35'58.57"N y 077°04'51.30"W

Coordenados planos: .....3 grados al Oeste del Observatorio Astronómico Nacional de Bogotá.

**OBSERVACIONES**

Cartografía de la Aeronáutica de LARSA. El mapa digital se elaboró a partir de 4 planchas realizadas a mano por la Sección de Cartografía de la CAP en 1994 a escala 1:10,000

Este mapa presenta una deformación residual causada por errores de las coordenadas basales en el plano base de digitación, tanto en longitud como en latitud, generando una deformación de 0.4 cm en longitud y 1 cm en latitud

Cualquier ajuste a la presente cartografía, favor hacer llegar a: [Contact Information]

**DIRECCION REGIONAL PUTUMAYO**

MOZAIKO DE PLANCHAS CARTOGRAFICAS UTILIZADAS EN LA PRESENTE BASE

490-8-01 490-8-02

490-11-02 490-11-03

Escala de plotes:

1: 10.000

Escala Gráfica:

Fecha de Compilación: SEPTIEMBRE-OCTUBRE DE 2003

Fecha de Actualización: NOVIEMBRE 2003

Digitado por: OMAR JUANA CHAVEZ

Corrección: [Name]

Secuencia de Plancha: [Number]

Versión final en AutoCAD 2000



## 9. CONCLUSIONES

-Se establece que los fenómenos erosivos presentes actualmente y según los diferentes grados de susceptibilidad obedecen a un proceso natural lento, sin intervención del hombre, propio de regiones jóvenes y por el cual se tiende a buscar tanto la estabilidad del relieve como el equilibrio especialmente entre el suelo, la vegetación y el agua. Dado que las áreas más susceptibles a la erosión principalmente por remoción en masa de tierra, se localiza en la cabecera de la subcuencas de la quebrada Taruca; en el caso de presentarse estos movimientos y taponar el cauce del curso del agua principal, si se conserva la buena cobertura vegetal actual de la subcuenca, no se prevé que se logre represar grandes volúmenes de agua y material en suspensión.

- La Quebrada Taruca y Taruquita como otros ríos de la localidad, presentan características que los determinan como torrenciales: cambio abrupto en la pendiente (cambio de litología), disponibilidad de grandes volúmenes de material suelto y fracturado (por la presencia de la falla Mocoa), cauce encañonado en la parte alta, variedad en los caudales por las fuertes precipitaciones y amplios valles en la parte baja de la cuenca hacen de estas quebradas una amenaza significativa para la parte rural, suburbana y urbana del Municipio de Mocoa.

- En la Quebrada Taruca se encontraron cuatro sectores donde sus riberas presentan alturas menores a los dos metros generando un cauce angosto y poco profundo, localizadas principalmente en la margen izquierda aguas abajo de la quebrada (ver mapa 8 ), como son: 1) en la confluencia de las quebradas Taruca y Taruquita, 2) en la Ye que va para las veredas San Antonio y los Guadales, 3) en el sector de la cárcel (sobre el puente de madera) y 4) en el puente de la Avenida Colombia; donde existe amenaza por desbordamiento.

- El paso de la Falla Mocoa por la parte norte del casco urbano de Mocoa, se convierte en el principal detonante en la ruptura de las rocas cristalinas que conforman el Batolito de Mocoa y que en períodos de fuertes precipitaciones, contribuyen junto con el agua de escorrentía a formar grandes volúmenes de flujos de detritos, los cuales se han depositado a grandes distancias, ayudados por el cambio abrupto de pendiente.

- Las zonas delimitadas como amenaza baja dentro del Mapa No. 5, no están exentas de sufrir evento(s) desastroso(s) por parte de flujos coluvio-aluviales, ya que la magnitud de la mayoría de ellos es alta, debido a que se encuentran bloques de rocas cuyos tamaños oscilan en la parte distal hasta 11 metros en el eje largo y unos 6 en el eje corto (como los bloques que se pueden observar cerca al I.T.P y en CORPOAMAZONIA), y que por la cantidad de flujos que de han depositado a lo largo de l abanico, la dinámica de la quebrada Taruca a estado cambiando de dirección y sentido periódicamente.

- Por estudios se puede afirmar que los eventos de gran magnitud en la Tierra, como son sismos de magnitud mayores a 5 o flujo de detritos que lleven en suspensión bloques de tamaños hasta de 12 metros de diámetro, tienen un período de retorno amplio, y que la cantidad energía necesitada para mover dichos tamaños es grande y necesita de un largo tiempo de concentración. Para flujo de detritos el tiempo de concentración depende de la cantidad de agua que se infiltre en la roca y del grado de fracturamiento de la misma; se ha notado que los períodos de retorno para eventos desastrosos oscilan entre 50 y 100 años o más.
- La intervención antrópica en la parte alta y media de la cuenca no ha incidido en el desarrollo de algún evento desastroso, pero la acelerada deforestación y ampliación de la frontera agrícola se está convirtiendo como detonante para posteriores flujos de detritos e inundaciones.
- Un aspecto positivo de la intervención antrópica, es la actividad minera representada en la extracción de arena de los cauces de las quebradas Taruquita y Taruca, ya que estos están contribuyendo en la limpieza y descolmatación del cauce por la gran cantidad de arena arrastrada en suspensión por las corrientes de agua de estas quebradas, en especial en épocas de fuertes precipitaciones.
- Dentro de la subcuenca de la quebrada Taruca, no se zonifican áreas óptimas para el futuro desarrollo urbanístico ya que la zona comprendida entre la quebrada taruca y río Sangoyaco, es la única zona que podría servir para realizar zonas verdes, pero ya está en un 50% urbanizada de forma ilegal, por las urbanizaciones La Floresta con una proyección de 180 casas, San Miguel con una proyección de 250 casas y la urbanización El Jordán con una proyección de 38 viviendas.



## 10. RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta que la precipitación está aumentando considerablemente en los últimos 10 años para el municipio de Mocoja y que no se tienen registros de caudales y niveles máximos y mínimos de las quebradas Taruca, Taruquita y río Sangoyaco; se hace necesario monitorear bajo la instalación de una red de observación de niveles y caudales, sobre todo en los sitios identificados como críticos, que permitan establecer una base de datos estadísticos confiables y la reconstrucción de escenarios históricos para el cálculo de la magnitud, duración y extensión de posibles áreas afectadas por desbordamiento, ya que este fenómeno está asociado a la recurrencia de los eventos meteorológicos periódicos de intensas lluvias.
- Como las riveras de las quebradas Taruca y Taruquita y parte del río Sangoyaco se encuentran ampliamente intervenidas por la acelerada ampliación de la frontera agrícola, es URGENTE comenzar una campaña de sensibilización ambiental en cuanto al cuidado de los recursos naturales (agua, flora, fauna, suelo y agua), que garantice un desarrollo sostenible del paisaje a futuras generaciones.
- Teniendo en cuenta el decreto 2811 de 1974, en el Artículo 5, en el cual se plantea dejar como áreas forestales protectoras 30 metros de ancho paralelo a las líneas de inundaciones máximas; 100 metros en nacimientos de agua medidos a partir de su periferia y los terrenos que presenten pendientes superiores al 100 % (45°). Por tanto se recomienda por lo menos empezar a recuperar 30 metros de franja de las quebradas Taruca, Taruquita y río Sangoyaco, contados a partir de la orilla, para minimizar daños de posteriores avenidas torrenciales; esta recuperación se comenzaría en la confluencia de la quebrada Taruca y río Sangoyaco como se ve en el Mapa No. 9, la cual abarca un área de 60,2 has.
- En el mapa 9 se localizan cuatro sitios críticos, en los cuales se ha desbordado la quebrada Taruca y además está socavando la paredes de la misma, se recomienda realizar una visita técnica entre ingenieros, forestales, biólogos, arquitectos y geólogos, con el objeto de cuantificar obras de bioingeniería que permitan minimizar impactos tanto al medio ambiente como a la comunidad.
- Socializar este trabajo al Honorable Concejo Municipal electo, ya que en los ajustes del componente rural del P.B.O.T. del Municipio de Mocoja 2003, el área comprendida entre el río Sangoyaco y la Quebrada Taruca queda planteada como zona de expansión suburbana y que este Concejo tome las medidas pertinentes junto con la autoridad ambiental para las

urbanizaciones La Floresta, San Miguel Y Jordán que ya están asentadas en un 50%.

- Capacitación técnica y ambiental a las personas extractoras de arena de las quebradas Taruca y Taruquita, por cuanto estas contribuyen a la descolmatación de estos cauces, disminuyendo el volumen de sedimentos en suspensión.
- Es importante emprender proyectos de educación ambiental con el fin de sensibilizar a los pobladores sobre el manejo de las áreas deforestadas y de esta forma minimizar los impactos negativos que se ocasionan con esta práctica. Se debe plantear estas áreas como zonas de Conservación y Recuperación, evitando así la instalación de nuevas áreas agropecuarias, disminuir la presión hacia el bosque natural y perder el potencial florístico y faunístico presentes, reduciendo de esta forma el deterioro ambiental que generaría graves problemas en un futuro próximo.
- Para disminuir el grado de vulnerabilidad de la comunidad asentada cerca de la ribera de la quebrada Taruca y río Sangoyaco se hace necesario un compromiso institucional (Alcaldía, Gobernación, Corpoamazonia, Red de Solidaridad Social, INVIAS, servicios públicos entre otras) y comunitario en la protección y conservación de los recursos naturales; en este caso, hay que hacer énfasis en la protección de las rondas del río Sangoyaco y las quebradas Taruca y Taruquita, con el fin de disminuir la energía y caudal de la quebrada y por ende los posteriores desbordes e inundaciones, en espacial en la zonas bajas del casco urbano de Mocoa.
- Teniendo en cuenta la Ley 2<sup>da</sup> de 1959, en su artículo 2, dice "se declaran zonas de reserva forestal los terrenos de baldío ubicados en las hoyas hidrográficas que sirven o que pueden servir de abastecimiento de aguas para consumo interno, producción de energía eléctrica y para irrigación y cuyas pendientes sean superiores al 40%"; teniendo en cuenta lo anterior, se recomienda realizar visitas de campo a los propietarios de los terrenos aguas arriba de la confluencia de las quebradas Taruca y Taruquita, con el fin de constatar si estos poseen escritura de las áreas que están deforestando.



## **ANEXOS**

1. BASE CARTOGRÁFICA CON CURVAS DE NIVEL CADA 10 METROS, ESCALA 1: 10 000
2. MAPA 1 GEOLOGÍA. ESCALA 1: 10.000
3. MAPA 2. GEOMORFOLOGÍA ESCALA 1: 10.000
4. MAPA 3. USO ACTUAL DEL SUELO. ESCALA 1: 10.000
5. MAPA 4. PENDIENTES. ESCALA 1 10.000
6. MAPA 5. AMENAZAS POR FLUJO COLUVIO-ALUVIALES. ESCALA 1: 10.000
7. MAPA 6. AMENAZAS POR INUNDACIÓN. ESCALA 1: 10.000
8. MAPA 7. VULNERABILIDAD. ESCALA 1: 10.000
9. MAPA 8. OBRAS DE CONTROL Y REFORESTACIÓN. ESCALA 1: 10.000